

# AUFBAURICHTLINIEN



## TRUCKNOLOGY® GENERATION S und X (TGS/TGX)

Edition 2013 Version 2.0



## **HERAUSGEBER**

**MAN Truck & Bus AG**

(im Text nachfolgend MAN genannt)

**Abteilung SMTST**

**Dachauer Str. 667**

**D - 80995 München**

**E-Mail:**

**esc@man.eu**

**Fax:**

**+ 49 (0) 89 1580 4264**

**www.manted.de**

Technische Änderungen aus Gründen der Weiterentwicklung vorbehalten.

© 2013 MAN Truck & Bus Aktiengesellschaft

Nachdruck, Vervielfältigung oder Übersetzung, auch auszugsweise, ist ohne schriftliche Genehmigung der MAN Truck & Bus AG nicht gestattet. Alle Rechte, insbesondere nach dem Gesetz über das Urheberrecht bleiben der MAN ausdrücklich vorbehalten.

Trucknology® und MANTED® ist eingetragene Marke der MAN Truck & Bus AG

Soweit Bezeichnungen Marken sind, werden diese auch ohne Kennzeichnung (® <sup>TM</sup>) als dem jeweiligen Inhaber geschützt anerkannt.

## TRUCKNOLOGY® GENERATION S und X (TGS/TGX)

|           |                                                                                |           |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Gültigkeit und rechtliche Vereinbarungen</b>                                | <b>1</b>  |
| 1.1       | Gültigkeit                                                                     | 1         |
| 1.2       | Haftung und Genehmigungsablauf                                                 | 1         |
| 1.2.1     | Voraussetzungen                                                                | 1         |
| 1.2.2     | Verantwortung                                                                  | 2         |
| 1.2.3     | Qualitätssicherung                                                             | 2         |
| 1.2.4     | Genehmigung                                                                    | 3         |
| 1.2.5     | Vorlage der Unterlagen                                                         | 3         |
| 1.2.6     | Zulassung                                                                      | 4         |
| 1.2.7     | Sachmängelhaftung                                                              | 7         |
| 1.2.8     | Produkthaftung                                                                 | 8         |
| 1.2.9     | Betriebs- und Verkehrssicherheit                                               | 8         |
| 1.2.10    | Anleitungen von Auf- und Umbaufirmen                                           | 10        |
| 1.2.11    | Haftungsbeschränkung für Zubehör/Ersatzteile                                   | 10        |
| <b>2.</b> | <b>Produktkennzeichnung</b>                                                    | <b>11</b> |
| 2.1       | Fahrzeugbezeichnung, Radformel                                                 | 11        |
| 2.1.1     | Türbezeichnung                                                                 | 11        |
| 2.1.2     | Variantenbeschreibung                                                          | 11        |
| 2.1.3     | Radformel                                                                      | 12        |
| 2.1.4     | Suffix                                                                         | 13        |
| 2.2       | Typnummer, Fahrzeugidentifizierungsnummer, Fahrzeugnummer, Grundfahrzeugnummer | 14        |
| 2.3       | Verwendung von Markenzeichen                                                   | 17        |
| 2.4       | Fahrerhäuser                                                                   | 18        |
| 2.5       | Motorvarianten                                                                 | 22        |
| <b>3.</b> | <b>Allgemeine technische Grundlagen</b>                                        | <b>26</b> |
| 3.1       | Achsüberlastung, einseitige Beladung                                           | 26        |
| 3.2       | Mindestvorderachslast                                                          | 27        |
| 3.3       | Räder, Abrollumfang                                                            | 28        |
| 3.4       | Zulässige Überhanglänge                                                        | 28        |
| 3.5       | Theoretischer Radstand, Überhang, theoretische Achsmitte                       | 29        |
| 3.6       | Achslastberechnung und Wiegevorgang                                            | 31        |
| 3.7       | Kontroll-/ Einstell- und Anschlußarbeiten nach der Aufbaumontage               | 32        |
| 3.8       | Hinweise zum MAN Hydrodrive®                                                   | 34        |

|           |                                                                         |           |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>4.</b> | <b>Fahrgestelle ändern</b>                                              | <b>34</b> |
| 4.1       | Rahmenwerkstoffe                                                        | 34        |
| 4.1.1     | Hilfsrahmenwerkstoff                                                    | 39        |
| 4.2       | Korrosionsschutz                                                        | 40        |
| 4.3       | Bohrungen, Niet- und Schraubverbindungen am Rahmen                      | 40        |
| 4.4       | Rahmenänderung                                                          | 43        |
| 4.4.1     | Schweißen am Rahmen                                                     | 43        |
| 4.4.2     | Rahmenüberhang ändern                                                   | 45        |
| 4.4.3     | Radstandsänderungen                                                     | 46        |
| 4.5       | Nachträglicher Einbau von Zusatzaggregaten, Anbauteilen und Zubehör     | 52        |
| 4.5.1     | Zusätzliche oder größere Kraftstoffbehälter nach Werksauslieferung      | 52        |
| 4.6       | Gelenkwellen                                                            | 53        |
| 4.6.1     | Einfachgelenk                                                           | 53        |
| 4.6.2     | Gelenkwelle mit zwei Gelenken                                           | 54        |
| 4.6.3     | Räumliche Gelenkwellenanordnung                                         | 55        |
| 4.6.3.1   | Gelenkwellenstrang                                                      | 56        |
| 4.6.3.2   | Kräfte im Gelenkwellensystem                                            | 56        |
| 4.6.4     | Änderung der Gelenkwellenanordnung im Triebstrang von MAN-Fahrgestellen | 57        |
| 4.7       | Änderung der Radformel                                                  | 57        |
| 4.7.1     | Sicherheitsrelevante Baugruppen                                         | 57        |
| 4.8       | Verbindungseinrichtungen                                                | 58        |
| 4.8.1     | Grundlagen                                                              | 58        |
| 4.8.2     | Anhängekupplung, D-Wert                                                 | 60        |
| 4.9       | Sattelzugmaschinen und Änderung der Fahrzeugart Lkw/Sattelzugmaschine   | 60        |
| 4.9.1     | Satteldkraftfahrzeuge                                                   | 60        |
| 4.9.2     | Umbau Lkw in Sattelzugmaschine oder Sattelzugmaschine in Lkw            | 63        |
| 4.10      | Fahrerhausänderungen                                                    | 63        |
| 4.10.1    | Allgemeines                                                             | 63        |
| 4.10.2    | Spoiler, Dachaufbauten, Dachlaufsteg                                    | 63        |
| 4.10.3    | Dachkabinen                                                             | 67        |
| 4.11      | Rahmenanbauteile                                                        | 68        |
| 4.11.1    | Hinterer Unterfahrschutz                                                | 68        |
| 4.11.2    | Frontunterfahrschutz FUP (FUP= front underride protection)              | 70        |
| 4.11.3    | Seitliche Schutzvorrichtung                                             | 71        |
| 4.12      | Änderungen am Motorumfeld                                               | 73        |
| 4.12.1    | Änderung an der Luftansaugung                                           | 73        |
| 4.12.2    | Änderungen an der Abgasführung                                          | 75        |
| 4.12.3    | AdBlue®-System                                                          | 87        |
| 4.12.3.1  | Grundlagen und Aufbau des AdBlue-Systems                                | 87        |
| 4.12.3.2  | AdBlue Leitungsstrang                                                   | 90        |
| 4.12.3.3  | AdBlue-Tank                                                             | 104       |

|          |                                                                     |     |
|----------|---------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.12.3.4 | AdBlue-Fördermodul                                                  | 107 |
| 4.12.3.5 | AdBlue-Kabelstrang                                                  | 115 |
| 4.12.3.6 | Teileliste                                                          | 123 |
| 4.12.4   | Motorkühlung                                                        | 126 |
| 4.12.5   | Motorkapsel, Geräuschkämmung                                        | 126 |
| 4.13     | Einbau anderer Schaltgetriebe, Automatikgetriebe, Verteilergetriebe | 126 |

|           |                                                   |            |
|-----------|---------------------------------------------------|------------|
| <b>5.</b> | <b>Aufbau</b>                                     | <b>127</b> |
| 5.1       | Allgemeines                                       | 127        |
| 5.1.1     | Maschinenrichtlinie                               | 129        |
| 5.1.2     | CE-Kennzeichnung                                  | 131        |
| 5.1.3     | Befestigung der Gefahrguttafel an der Frontklappe | 131        |
| 5.2       | Korrosionsschutz                                  | 133        |
| 5.3       | Hilfsrahmen                                       | 133        |
| 5.3.1     | Allgemeines                                       | 133        |
| 5.3.2     | Zulässige Werkstoffe, Streckgrenze                | 133        |
| 5.3.3     | Hilfsrahmengestaltung                             | 134        |
| 5.3.4     | Befestigen von Hilfsrahmen und Aufbauten          | 137        |
| 5.3.5     | Schraub- und Nietverbindungen                     | 137        |
| 5.3.6     | Schubweiche Verbindung                            | 138        |
| 5.3.7     | Schubstarre Verbindung                            | 141        |
| 5.4       | Aufbauten                                         | 144        |
| 5.4.1     | Aufbauprüfung                                     | 144        |
| 5.4.2     | Pritschen- und Kofferaufbauten                    | 144        |
| 5.4.3     | Ladebordwand                                      | 145        |
| 5.4.4     | Wechselbehälter                                   | 153        |
| 5.4.5     | Selbsttragende Aufbauten ohne Hilfsrahmen         | 154        |
| 5.4.6     | Drehschemelaufbau                                 | 155        |
| 5.4.7     | Tank und Behälteraufbau                           | 155        |
| 5.4.8     | Kipper                                            | 158        |
| 5.4.9     | Absetz-, Gleitabsetz- und Gleitabrollkipper       | 160        |
| 5.4.10    | Luftgefederte Fahrzeuge abstützen                 | 161        |
| 5.4.11    | Ladekran                                          | 162        |
| 5.4.12    | Seilwinde                                         | 172        |
| 5.4.13    | Transportmischer                                  | 172        |
| 5.4.14    | PKW-Transporter                                   | 173        |

|           |                                                         |            |
|-----------|---------------------------------------------------------|------------|
| <b>6.</b> | <b>Elektrik, Elektronik, Leitungen</b>                  | <b>174</b> |
| 6.1       | Allgemeines                                             | 174        |
| 6.2       | Leitungsverlegung, Masseleitung                         | 174        |
| 6.3       | Behandlung der Batterien                                | 174        |
| 6.3.1     | Behandlung und Pflege der Batterien                     | 174        |
| 6.3.2     | Behandlung und Pflege von Batterien mit PAG-Technologie | 175        |
| 6.4       | Zusatzschaltpläne und Kabelstrangzeichnungen            | 176        |
| 6.5       | Zusätzliche Verbraucher                                 | 176        |
| 6.6       | Beleuchtungsanlage                                      | 179        |
| 6.7       | Elektromagnetische Verträglichkeit                      | 179        |
| 6.8       | Funkgeräte und Antennen                                 | 180        |
| 6.9       | Schnittstellen am Fahrzeug, Aufbauvorbereitungen        | 182        |
| 6.9.1     | Elektrische Schnittstelle Ladebordwand                  | 182        |
| 6.9.2     | Motor-Start-Stopp Einrichtung                           | 182        |
| 6.9.3     | Geschwindigkeitssignal abnehmen                         | 183        |
| 6.9.4     | Rückfahrsignal abnehmen                                 | 183        |
| 6.10      | Elektronik                                              | 184        |
| 6.10.1    | Anzeige- und Instrumentierungskonzept                   | 184        |
| 6.10.2    | Diagnosekonzept und Parametrierung mit MAN-cats®        | 184        |
| 6.10.3    | Parametrierung der Fahrzeugelektronik                   | 184        |
| 6.10.4    | ESP-Gierratensensor                                     | 185        |
| 6.10.5    | Notbremsassistent (Emergency Brake Assist)              | 186        |

|           |                                              |                        |            |
|-----------|----------------------------------------------|------------------------|------------|
| <b>7.</b> | <b>Nebenabtriebe</b>                         | (siehe separates Heft) | <b>189</b> |
| <b>8.</b> | <b>Bremsen, Leitungen</b>                    |                        | <b>189</b> |
| 8.1       | ALB, EBS-Bremse                              |                        | 189        |
| 8.2       | Brems- und Druckluftleitungen                |                        | 189        |
| 8.2.1     | Grundsätze                                   |                        | 189        |
| 8.2.2     | Steckverbinder, des Systems Voss 232         |                        | 190        |
| 8.2.3     | Verlegung und Befestigung von Leitungen      |                        | 191        |
| 8.2.4     | Druckluftverlust                             |                        | 193        |
| 8.3       | Anschluss von Nebenverbrauchern              |                        | 193        |
| 8.4       | Nachrüstung von MAN-fremden Dauerbremsen     |                        | 194        |
| <b>9.</b> | <b>Berechnungen</b>                          |                        | <b>194</b> |
| 9.1       | Geschwindigkeit                              |                        | 194        |
| 9.2       | Wirkungsgrad                                 |                        | 194        |
| 9.3       | Zugkraft                                     |                        | 196        |
| 9.4       | Steigfähigkeit                               |                        | 197        |
| 9.4.1     | Weg bei Steigung oder Gefälle                |                        | 197        |
| 9.4.2     | Steigungs- oder Gefällewinkel                |                        | 197        |
| 9.4.3     | Berechnung der Steigfähigkeit                |                        | 198        |
| 9.5       | Drehmoment                                   |                        | 202        |
| 9.6       | Leistung                                     |                        | 203        |
| 9.7       | Nebenabtriebsdrehzahlen am Verteilergetriebe |                        | 203        |
| 9.8       | Fahrwiderstände                              |                        | 206        |
| 9.9       | Spurkreis                                    |                        | 209        |
| 9.10      | Achslastberechnung                           |                        | 211        |
| 9.10.1    | Durchführen einer Achslastberechnung         |                        | 211        |
| 9.10.2    | Gewichtsberechnung Nachlaufachse angehoben   |                        | 214        |
| 9.11      | Auflagerlänge bei Aufbau ohne Hilfsrahmen    |                        | 216        |
| 9.12      | Verbindungseinrichtungen                     |                        | 217        |
| 9.12.1    | Anhängekupplung                              |                        | 217        |
| 9.12.2    | Strarrdeichselanhänger/Zentralachsanhänger   |                        | 217        |
| 9.12.3    | Sattelpkupplung                              |                        | 219        |

In Bildern genannte ESC-Nummern dienen der internen Organisation.  
Sie haben für den Leser keine Bedeutung.

Wenn nicht anders angegeben: Alle Maße in mm, alle Gewichte und Lasten in kg.

## **1. Gültigkeit und rechtliche Vereinbarungen**

### **1.1 Gültigkeit**

Die Aussagen in diesen Richtlinien sind verbindlich, Ausnahmen können - bei technischer Machbarkeit - nur auf schriftliche Anfrage bei MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) genehmigt werden.

### **1.2 Haftung und Genehmigungsablauf**

#### **1.2.1 Voraussetzungen**

Das ausführende Unternehmen muss zusätzlich zu diesen Aufbaurichtlinien alle auf den Betrieb und Aufbau des Fahrzeugs anzuwendenden

- Gesetze und Verordnungen
- Unfallverhütungsvorschriften
- Betriebsanleitungen

beachten.

Normen sind technische Standards, sie sind daher Mindestanforderungen. Wer nicht bemüht ist, diese Mindestanforderungen einzuhalten, handelt fahrlässig. Normen sind verbindlich, wenn sie Bestandteil von Vorschriften sind.

Auskünfte von MAN auf telefonische Anfragen sind unverbindlich, es sei denn, sie werden schriftlich bestätigt. Anfragen sind an die jeweils zuständige Abteilung der MAN zu richten. Angaben beziehen sich auf Einsatzverhältnisse wie sie in Europa üblich sind. Davon abweichende Maße, Gewichte und andere Basiswerte müssen bei der Aufbauauslegung, Aufbaubefestigung und Hilfsrahmengestaltung berücksichtigt werden. Die durchführende Firma muss dafür sorgen, dass das Gesamtfahrzeug den zu erwartenden Einsatzverhältnissen standhält.

Für gewisse Aggregate, wie z.B. Ladekräne, Ladebordwände, Seilwinden ect. haben die jeweiligen Hersteller eigene Aufbauvorschriften ausgearbeitet. Sofern sie im Vergleich zu den MAN-Aufbaurichtlinien weitere Auflagen vorschreiben, sind auch diese einzuhalten.

Hinweise auf

- gesetzliche Bestimmungen
- Unfallverhütungsvorschriften
- Verordnungen der Berufsgenossenschaften
- Arbeitsvorschriften
- sonstige Richtlinien und Quellenangaben

sind keineswegs vollständig und lediglich als Informationsanregung gedacht.  
Sie ersetzen nicht die eigene Prüfpflicht des Unternehmens.

Durch Fahrzeugänderungen, den Aufbau und seine Gestaltung sowie durch den Betrieb von Aggregaten mittels Fahrzeugmotor wird der Kraftstoffverbrauch erheblich beeinflusst. Es wird daher erwartet, dass die durchführende Firma ihre Konstruktion so gestaltet, dass ein möglichst niedriger Kraftstoffverbrauch erreicht wird.

### 1.2.2 Verantwortung

Die Verantwortung für eine fachgerechte

- Konstruktion
- Produktion
- Montage von Aufbauten
- Änderung von Fahrgestellen

hat immer und in vollem Umfang das Unternehmen, welches den Aufbau herstellt, montiert oder die Änderung ausführt (Produzentenhaftung). Dies gilt auch dann, wenn MAN den Aufbau oder die Änderung ausdrücklich genehmigt hat. Von MAN schriftlich genehmigte Aufbauten/Umbauten entbinden den Aufbauhersteller nicht von seiner Produktverantwortung. Erkennt das durchführende Unternehmen bereits im Planungsstadium oder in den Absichten des

- Kunden
- Anwenders
- eigenen Personals
- Fahrzeugherstellers

einen Fehler, so ist der Betroffene auf seinen Fehler aufmerksam zu machen. Das Unternehmen ist dafür verantwortlich, dass die

- Betriebssicherheit
- Verkehrssicherheit
- Wartungsmöglichkeit
- Fahreigenschaften

des Fahrzeugs keine nachteiligen Eigenschaften aufweisen. Im Hinblick auf die Verkehrssicherheit muss sich das Unternehmen bei

- Konstruktion
- Produktion von Aufbauten
- Montage von Aufbauten
- Änderung von Fahrgestellen
- Instruktionen
- Betriebsanleitungen

nach dem neuesten Stand der Technik und nach den anerkannten Regeln des Fachs richten. Erschwerte Einsatzverhältnisse sind zusätzlich zu berücksichtigen.

### 1.2.3 Qualitätssicherung

Zur Erfüllung der hohen Qualitätserwartungen unserer Kunden und unter dem Gesichtspunkt der internationalen Produkt-/Produzentenhaftung ist eine laufende Qualitätsüberwachung auch bei der Durchführung von Umbauten und der Herstellung/Montage von Aufbauten erforderlich. Dies setzt ein funktionierendes Qualitätssicherungssystem voraus. Dem Aufbauhersteller wird empfohlen, ein den allgemeinen Anforderungen und anerkannten Regeln entsprechendes Qualitätsmanagement-System (z.B. nach DIN EN ISO 9000 ff oder VDA 8) einzurichten und nachzuweisen.

Ist MAN der Auftraggeber des Aufbaus oder der Änderung wird ein Qualifizierungsnachweis verlangt.

MAN Truck & Bus AG behält sich vor, beim Lieferanten ein eigenes Systemaudit nach VDA 8 oder entsprechende Prozessablaufuntersuchungen durchzuführen. Der VDA-Band 8 ist mit den Aufbauherstellerverbänden **ZKF** (Zentralverband Karosserie- und Fahrzeugtechnik) und **BVM** (Bundesverband Metall Vereinigung Deutscher Metallhandwerke) sowie mit dem **ZDH** (Zentralverband des Deutschen Handwerks) abgestimmt.

Schriften:

#### **VDA Band 8**

Mindestanforderungen an ein Managementsystem bei Anhänger- und Aufbautenhersteller sind beim Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA), <http://www.vda-qmc.de> erhältlich.

### **1.2.4 Genehmigung**

Eine Genehmigung für einen Aufbau oder eine Fahrgestelländerung durch MAN ist nicht erforderlich, wenn die Aufbauten oder Änderungen nach diesen Aufbaurichtlinien durchgeführt werden. Genehmigt MAN einen Aufbau oder eine Fahrgestelländerung, so bezieht sich diese Genehmigung

- bei Aufbauten nur auf die grundsätzliche Verträglichkeit mit dem jeweiligen Fahrgestell und den Schnittstellen zum Aufbau (z.B. Dimensionierung und Befestigung des Hilfsrahmens)
- bei Fahrgestelländerungen nur auf die grundsätzliche konstruktive Zulässigkeit für das betroffene Fahrgestell.

Der Genehmigungsvermerk, den MAN auf den vorgelegten technischen Unterlagen einträgt, umfasst nicht die Überprüfung der

- Funktion
- Konstruktion
- Ausstattung des Aufbaus oder der Änderung.

Die Einhaltung dieser Aufbaurichtlinien befreit den Anwender nicht von seiner Verantwortung für eine technisch einwandfreie Aufbau- oder Änderungsausführung. Der Genehmigungsvermerk betrifft nur solche Maßnahmen oder Teile, die aus den vorgelegten technischen Unterlagen zu entnehmen sind.

MAN behält sich vor, die Erteilung von Aufbau- oder Änderungsgenehmigungen abzulehnen, auch wenn früher bereits eine vergleichbare Genehmigung erteilt wurde. Der technische Fortschritt lässt eine Gleichbehandlung nicht ohne weiteres zu. MAN behält sich weiterhin vor, diese Aufbaurichtlinien jederzeit zu ändern oder für einzelne Fahrgestelle von diesen Aufbaurichtlinien abweichende Anleitungen zu erteilen.

Haben mehrere gleiche Fahrgestelle gleiche Aufbauten oder Änderungen, so kann MAN zur Vereinfachung eine Sammelgenehmigung erteilen.

### **1.2.5 Vorlage der Unterlagen**

Unterlagen sind nur dann an MAN zu senden, wenn Aufbauten von diesen Aufbaurichtlinien abweichen.

Ist dies der Fall, müssen prüffähige technische Unterlagen vor Beginn der Arbeiten am Fahrzeug bei MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) vorliegen.

Der Auf-/Umbau darf erst nach schriftlicher Genehmigung durch MAN begonnen werden.

Ein zügiger Genehmigungsablauf erfordert:

- zweifache Ausfertigung der Unterlagen
- möglichst geringe Anzahl der Schriftstücke
- vollständige technische Angaben und Unterlagen.

Folgende Angaben sollen enthalten sein:

- Fahrzeugtyp (Typschlüssel, siehe Kapitel 2.2) mit
  - Fahrerhausausführung
  - Radstand
  - Rahmenüberhang
- Fahrzeugidentifizierungsnummer oder Fahrzeugnummer (falls bereits vorhanden, siehe Kapitel 2.2)
- Kennzeichnung der Abweichungen von diesen Aufbaurichtlinien in allen Unterlagen!
- Lasten und deren Lastangriffspunkte:
  - Kräfte aus dem Aufbau
- Achslastberechnung
- besondere Einsatzbedingungen
- Hilfsrahmen:
  - Werkstoff und Querschnittswerte
  - Maße
  - Profilart
  - Querträgeranordnung im Hilfsrahmen
  - Besonderheiten der Hilfsrahmengestaltung
  - Querschnittsänderungen
  - zusätzliche Verstärkungen
  - Kröpfungen etc.
- Verbindungsmittel:
  - Positionierung (bezogen auf das Fahrgestell)
  - Art
  - Größe
  - Anzahl.

Nicht prüf- und genehmigungsfähig sind:

- Stücklisten
- Prospekte
- Fotos
- sonstige unverbindliche Informationen.

Zeichnungen haben ihren Aussagewert nur unter der ihnen zugeteilten Nummer. Es ist deshalb nicht zulässig, in den von MAN zur Verfügung gestellten Fahrgestellzeichnungen die Aufbauten oder Änderungen einzuzeichnen und zur Genehmigung vorzulegen.

## 1.2.6 Zulassung

Nationale Gesetze und technischen Vorschriften zur Fahrzeugzulassung bei Modifikationen sind einzuhalten.

Getätigte Modifikationen am Fahrgestell sind zur Beurteilung einem Technischen Dienst vorzustellen.

Das durchführende Unternehmen bleibt auch nach der Zulassung des Fahrzeugs in der Verantwortung, wenn die zuständigen Stellen eine Zulassung in Unkenntnis über die Betriebssicherheit des Produkts erteilen.

## Mehrstufen-Cooperation Bausteine nach 2007/46/EG

### I. Verfahren

Im Rahmen des Mehrstufenverfahrens nach Anhang XVII der Richtlinie 2007/46/EG trägt jeder Hersteller die Verantwortung für die Genehmigung und Übereinstimmung der Produktion aller von ihm hergestellten oder in einer früheren Fertigungsstufe hinzugefügten Systeme, Bauteile oder selbstständigen technischen Einheiten.

Der Aufbauhersteller ist Hersteller der zweiten oder einer weiteren Produktionsstufe gemäß 2007/46/EG.

### II. Verantwortlichkeiten

Der Aufbauhersteller trägt grundsätzlich die Verantwortung:

- für die von ihm am Basisfahrzeug getätigten Modifikationen.
- für die in einer früheren Stufe bereits genehmigten Gegenstände, wenn durch Modifikationen am Basisfahrzeug zuvor erteilte Genehmigungen für dieses Fahrzeug nicht mehr anwendbar sind.
- dass durch die getätigte Modifikation die jeweiligen nationalen/internationalen Rechtsvorschriften, und insbesondere die des Ziellands, eingehalten werden.
- dass die von ihm getätigten Modifikationen zur Beurteilung einem Technischen Dienst vorgestellt werden.
- dass die Einhaltung der Rechtsvorschriften in entsprechender Form (Prüfbericht und/oder Genehmigung bzw. Dokumente nach Rechtslage des Ziellands) von ihm dokumentiert wird.

MAN als Hersteller des Basisfahrzeugs trägt grundsätzlich die Verantwortung:

- die für den Lieferumfang des Basisfahrzeugs verfügbaren Homologationsunterlagen (EG-/ECE-Genehmigungen) dem Aufbauhersteller auf Anforderung in elektronischer Form bereitzustellen.

### III. Kennzeichnung der Fahrzeuge

Das jeweilige Fahrzeug erhält eine Fahrzeugidentifizierungsnummer („FIN“), welche MAN als Hersteller des unvollständigen Basisfahrzeugs ausweist.

Grundsätzlich gelten die Anforderungen des Anhang XVII der 2007/46/EG und die hierzu veröffentlichten Verfahrensanweisungen.

### IV. Konformität der Produktion (CoP)

Grundsätzlich gelten die Anforderungen der EG-Einzelrichtlinien und des Anhang X der 2007/46/EG, sowie die Anforderungen des Anhangs 2 des ECE-Abkommens von 1958.

### V. Bereitstellung von Unterlagen für die Zulassung/nachfolgende Stufe

Gemäß des Anhang XVII der 2007/46/EG stellt MAN als Hersteller des Basisfahrzeugs dem oder den Aufbauherstellern die für das Basisfahrzeug verfügbaren EG-/ECE-Systemgenehmigungen und das Certificate of Conformity (CoC)<sup>1)</sup> in elektronischer Form zur Verfügung.

<sup>1)</sup> Nur wenn das Fahrzeug als EG-Konform ist und Werkseitig ein CoC gedruckt wurde.

#### *Fall 1: Zulassung in Deutschland*

Im Falle einer Generalunternehmerschaft von MAN („Einrechnungsgeschäft“) ist/sind der/die Aufbauhersteller als Hersteller der weiteren Stufe(n) dazu verpflichtet, folgende Unterlagen in elektronischer Form bereitzustellen:

*Fall A:* Die individuellen Lieferkonditionen sehen einen Abnahme-/Genehmigungs- und Zulassungsprozess durch den Fahrzeughersteller (MAN) vor.

1. Im Falle einer bestehenden und gültigen Gesamtbetriebserlaubnis nach 2007/46/EG für die Fertigungsstufen ein CoC. Auf Anfrage müssen existierende EG-/ECE-Systemgenehmigungen oder Technische Prüfberichte zur Verfügung gestellt werden.
2. Alternativ zu 1. die im Rahmen des nationalen Einzelgenehmigungsverfahrens nach §13 EG-FGV erforderlichen Prüfberichte und Genehmigungsunterlagen.

Der späteste Zeitpunkt der Übermittlung der o. a. Unterlagen in druckfähiger Form ist der Tag der Rücklieferung des komplettierten Fahrzeuges an den vertraglich vereinbarten Lieferort.

Die Unterlagen sind an die Adresse [documents@de.man-mn.com](mailto:documents@de.man-mn.com) zu übermitteln.

In den Fällen, in denen MAN vom Aufbauhersteller ein CoC erhält, darf dieses im Auftrag des Aufbauherstellers im Original nur von MAN erzeugt werden.

*Fall B:* Der Abnahme-/Genehmigungs- und Zulassungsprozess erfolgt durch den Vertragspartner oder den Hersteller der letzten Ausbaustufe des Fahrzeugs.

1. Keine, der Zulassungsprozess liegt in der Verantwortung des Vertragspartners oder des Herstellers der letzten Ausbaustufe des Fahrzeugs.

In allen anderen Fällen erfolgt der Abnahme-/Genehmigungs- und Zulassungsprozess durch den Hersteller der letzten Ausbaustufe des Fahrzeugs oder den entsprechenden Vertragspartner.

*Fall 2: Zulassung außerhalb Deutschlands im Anwendungsgebiet der 2007/46/EG*

Im Falle der Generalunternehmenshaftung von MAN verpflichtet sich der Aufbauhersteller als Hersteller der letzten Stufe alle notwendigen Genehmigungs-/Zulassungsunterlagen für alle über das Basisfahrzeug hinausgehenden Modifikationen der nachfolgenden Fertigungsstufen der jeweils zuständigen Vertriebsorganisation bzw. dem Importeur elektronisch zur Verfügung zu stellen.

Unabhängig von etwaigen Generalunternehmenshaftungen der Importeure erfolgt der Abnahme-/Genehmigungs- und Zulassungsprozess durch den Hersteller der letzten Ausbaustufe des Fahrzeugs oder den entsprechenden Vertragspartner.

Für den Zulassungsprozess ist der jeweilige Importeur des Landes oder der jeweilige Vertragspartner verantwortlich und zuständig.

MAN liefert keine nationalen Daten für die Zulassung, die über den Anhang IX der Richtlinie 2007/46/EG in der jeweils aktuellen Fassung für unvollständige Fahrzeuge hinausgehen – dies gilt insbesondere auch für nationale Typ-Schlüsselnummern und Verschlüsselungen von technischen Basisangaben.

MAN als Hersteller behält sich –nach entsprechender Prüfung der Machbarkeit und wirtschaftlichen Umsetzung– das Recht vor, nach entsprechend gesondert getroffenen Vereinbarungen mit nationalen Vertriebsorganisationen und Importeuren, Daten für die nationale Zulassung zu liefern, die über die oben beschriebenen Umfänge hinaus gehen (z.B. Fabrikschilder etc.). Entsprechende Anfragen sind an die Adresse [documents@de.man-mn.com](mailto:documents@de.man-mn.com) zu richten.

## **VI. Geheimhaltungsvereinbarung**

Ohne vorherige ausdrückliche Zustimmung von MAN darf seitens der Aufbauhersteller die durch MAN zur Verfügung gestellten Genehmigungsunterlagen nicht an Dritte weitergegeben werden.

Davon ausgenommen ist die Weitergabe von Unterlagen, die im unmittelbaren Zusammenhang mit der Zulassung des betroffenen Fahrzeugs stehen an Personen der folgenden Institutionen:

- MAN-Vertriebspartner
- Technische Dienste und Prüforganisationen
- Genehmigungsbehörden
- Zulassungsbehörden oder staatlich beauftragte Zulassungsstellen

## Typzulassung/Homologation für

**TiB** (Truck in the Box),

**ChB** (Chassis in the Box),

**BiB** (Bus in the Box),

**CKD** (Complete Knocked Down),

**SKD** (Semi Knocked Down),

**PKD** (Partly Knocked Down)

Für diese Ausführungen tritt MAN nicht als Hersteller im Sinne der 2007/46/EG auf – daher liegt die Verantwortung für den Homologations- und Zulassungsprozess in der Hand des Herstellers dieser Fahrzeuge.

Grundsätzlich gelten die Inhalte des jeweils mit MAN geschlossenen Vertrags.

Die MAN liefert hierfür prinzipiell keine zulassungsrechtlich relevanten Daten für die komplettierten Fahrzeuge. Ausnahmen stellen Homologationsunterlagen für genehmigungspflichtige Bauteile, wie z.B. Motor, dar, die elektronisch seitens MAN zur Verfügung gestellt werden.

Dies schließt jedoch nicht aus, dass sich MAN –nach entsprechender Prüfung der Machbarkeit und wirtschaftlichen Umsetzung– das Recht vorbehält nach entsprechend gesondert getroffenen Vereinbarungen mit nationalen Vertriebsorganisationen und Importeuren, Daten für die nationale Zulassung zu liefern, die über die oben beschriebenen Umfänge hinaus gehen (z.B. Fabrikschilder etc.). Entsprechende Anfragen sind an die Homologationsabteilung der MAN zu richten.

## 1.2.7 Sachmängelhaftung

Ansprüche auf Sachmängelhaftung bestehen nur im Rahmen des Kaufvertrages zwischen Käufer und Verkäufer.

Danach obliegt die Verpflichtung zur Sachmängelhaftung dem jeweiligen Verkäufer des Liefergegenstandes.

Ansprüche gegen MAN bestehen nicht, wenn der beanstandete Fehler darauf beruht, dass

- diese Aufbaurichtlinien nicht eingehalten wurden
- im Hinblick auf den Einsatzzweck des Fahrzeugs ein ungeeignetes Fahrgestell gewählt wurde
- der Schaden am Fahrgestell herbeigeführt wurde durch
  - den Aufbau
  - Art/Durchführung der Aufbaumontage
  - die Fahrgestelländerung
  - unsachgemäße Bedienung.

### 1.2.8 Produkthaftung

Von MAN festgestellte Arbeitsfehler sind zu berichtigen. Soweit dies gesetzlich zulässig ist, wird jede Haftung von MAN, insbesondere für Folgeschäden, ausgeschlossen.

Die Produkthaftung regelt:

- die Haftung des Herstellers für sein Produkt oder Teilprodukt
- den Ausgleichsanspruch des in Anspruch genommenen Herstellers gegen den Hersteller eines integrierten Teilprodukts, wenn der aufgetretene Schaden auf einem Fehler des Teilproduktes beruht.

Das Unternehmen, welches den Aufbau oder die Fahrgestelländerung ausführt, hat MAN von jeder etwaigen Haftung gegenüber ihrem Kunden oder sonstigen Dritten freizustellen, sofern ein eingetretener Schaden darauf beruht, dass

- das Unternehmen diese Aufbaurichtlinien nicht eingehalten hat,
- der Aufbau oder die Fahrgestelländerung Schäden durch fehlerhafte
  - Konstruktion
  - Herstellung
  - Montage
  - Instruktionverursacht haben
- in sonstiger Weise den niedergelegten Grundsätzen nicht entsprochen wurde.

### 1.2.9 Betriebs- und Verkehrssicherheit

Um die Betriebs- und Verkehrssicherheit herzustellen und Garantieansprüche aufrecht zu erhalten sind vom Aufbauhersteller die Hinweise in dieser Aufbaurichtlinie genau zu beachten. Für Nichteinhaltung übernimmt MAN keine Haftung.

Vor Beginn von Auf- Um- oder Einbauarbeiten muss der Aufbauhersteller auch Kenntnis über die mit seinen Arbeiten zusammen hängenden Kapitel der Betriebsanleitung haben. Gefahren können sonst nicht erkannt werden und andere Personen können gefährdet werden.

Für die Zuverlässigkeit, Sicherheit und die Eignung kann MAN dann nicht haften, wenn:

- Aufbauten nicht nach diesen Aufbaurichtlinien gefertigt/aufgebaut werden
- Originalteile oder freigegebene Teile und Umbauten gegen andere Teile ausgetauscht werden
- Nicht genehmigte Änderungen am Fahrzeug vorgenommen werden.

Genehmigungen durch Dritte, z.B. Prüfstellen oder behördliche Genehmigungen schließen Sicherheitsrisiken nicht aus.

Die am Fahrgestell/Fahrzeug tätigen Unternehmen sind haftbar für Schäden, die auf mangelhafte Funktions- und Betriebssicherheit oder mangelhafte Betriebsanleitungen zurückzuführen sind. MAN verlangt daher vom Aufbauhersteller bzw. Fahrzeugumbauer:

- höchstmögliche Sicherheit entsprechend dem Stand der Technik
- verständliche und ausreichende Betriebsanleitungen
- gut sichtbare und dauerhaft angebrachte Hinweisschilder auf Gefahrenpunkte für Bediener und/oder dritte Personen
- Einhaltung erforderlicher Schutzmaßnahmen (z.B. Brand- und Explosionsschutz)
- vollständige Angaben zur Toxikologie
- vollständige Angaben zur Ökologie.

Die Sicherheit hat Vorrang! Alle technischen Möglichkeiten zur Vermeidung von Betriebsunsicherheiten sind auszunützen. Dies gilt gleichermaßen für die

- aktive Sicherheit = Verhinderung von Unfällen. Hierzu zählen:
  - Fahrsicherheit als Ergebnis der Gesamtfahrzeugkonzeption mit Aufbau
  - Konditionssicherheit als Folge einer möglichst geringen körperlichen Belastung der Insassen durch Schwingungen, Geräusche, klimatische Einflüsse usw.
  - Wahrnehmungssicherheit vor allem die richtige Gestaltung von Beleuchtungseinrichtungen, Warneinrichtungen, ausreichende direkte Sicht, ausreichende indirekte Sicht
  - Bedienungssicherheit, hierzu zählt die optimale Bedienbarkeit aller Einrichtungen, auch die des Aufbaus
- passive Sicherheit = Vermeidung und Verminderung von Unfallfolgen. Hierzu zählen:
  - Äußere Sicherheit wie z.B. Gestaltung des Fahrzeug- und Aufbauaußenbereichs hinsichtlich Deformationsverhalten, Montage von Schutzeinrichtungen
  - Innere Sicherheit, umfasst den Schutz der Insassen von Fahrzeugen, aber auch Kabinen, die von Aufbaufirmen montiert werden.

Klima und Umweltbedingungen haben Auswirkungen auf:

- Betriebssicherheit
- Einsatzbereitschaft
- Betriebsverhalten
- Lebensdauer
- Wirtschaftlichkeit.

Klima- und Umwelteinflüsse sind z.B.:

- Temperatureinflüsse
- Feuchtigkeit
- aggressive Stoffe
- Sand und Staub
- Strahlung.

Die ausreichende Freigängigkeit aller für einen Bewegungsvorgang dienenden Teile, dazu zählen auch alle Leitungen, muss gewährleistet sein. Die Betriebsanleitungen der MAN-Lkw geben Auskunft über die Wartungsstellen am Fahrzeug. Unabhängig von der Aufbauart ist in allen Fällen auf eine gute Zugänglichkeit der Wartungsstellen zu achten.

Die Wartung muss ohne Ausbau irgendwelcher Teile ungehindert erfolgen können. Für ausreichende Belüftung und/oder Kühlung der Aggregate ist zu sorgen.

### 1.2.10 Anleitungen von Auf- und Umbaufirmen

Der Betreiber des Fahrzeugs hat auch beim Aufbau oder bei Fahrzeugänderungen durch Umbaufirmen einen Anspruch auf eine Betriebsanleitung. Alle spezifischen Produktvorzüge sind nutzlos, wenn es dem Kunden nicht ermöglicht wird das Produkt

- sicher und funktionsgerecht zu handhaben
- rationell und mühelos zu nutzen
- fachgerecht instand zu halten
- souverän in allen Funktionen zu beherrschen.

Demzufolge hat auch jeder Fahrzeugauf- und -umbauer seine technischen Anleitungen auf:

- Verständlichkeit
- Vollständigkeit
- Richtigkeit
- Nachvollziehbarkeit
- produktspezifische Sicherheitshinweise

zu überprüfen.

Eine mangelhafte oder nicht vollständige Betriebsanleitung hat erhebliche Risikofaktoren für den Anwender.

Mögliche Auswirkungen sind:

- Mindernutzen, weil Produktvorteile unerkannt bleiben
- Reklamationen und Ärger
- Ausfälle und Schäden, die meist dem Fahrgestell angelastet werden
- unerwartete und unnötige Mehrkosten durch Reparaturen und Zeitverlust
- ein negatives Image und damit geringe Neigung zu Folgekäufen.

Je nach Fahrzeugaufbau oder -änderung ist das Bedienungspersonal über die Bedienung und Wartung zu unterrichten.

Die Unterweisung muss auch die mögliche Beeinflussung des statischen und dynamischen Fahrzeugverhaltens beinhalten.

### 1.2.11 Haftungsbeschränkung für Zubehör/Ersatzteile

Zubehör- und Ersatzteile, die MAN nicht hergestellt oder zur Verwendung in seinen Produkten nicht freigegeben hat, können die Verkehrs- und Betriebssicherheit des Fahrzeugs beeinträchtigen und Gefahrensituationen schaffen. Die MAN Truck & Bus AG (bzw. der Verkäufer) übernimmt keine Haftung für Ansprüche gleich welcher Art, die ihren Grund in der Kombination des Fahrzeuges mit einem Zubehörteil eines anderen Herstellers haben, es sei denn, die MAN Truck & Bus AG (bzw. der Verkäufer) hat das Zubehörteil selbst vertrieben oder an dem Fahrzeug (bzw. dem Vertragsgegenstand) angebracht.

## 2. Produktkennzeichnung

### 2.1 Fahrzeugbezeichnung, Radformel

Zur eindeutigen und leicht nachvollziehbaren Kennzeichnung der Varianten wurden systematisch neue Fahrzeugbezeichnungen eingeführt. Die Fahrzeugbezeichnung wird in 3 Ebenen verwendet als:

- Türbezeichnung
- Variantenbeschreibung (in den Verkaufs- und technischen Unterlagen (beispielsweise Datenblätter, Fahrgestellzeichnung))
- Typenschlüssel.

#### 2.1.1 Türbezeichnung

Die Türbezeichnung besteht aus:

Baureihe + zulässigem Gewicht + Leistungsangabe

**TGX 18.400**

| Baureihe   | + zulässiges Gewicht | + Leistungsangabe |
|------------|----------------------|-------------------|
| <b>TGX</b> | <b>18</b>            | <b>.400</b>       |

Baureihe in der Kurzform TGX = Trucknology® Generation X

technisch zulässiges Gewicht in [t]

Motorleistung [DIN-PS], wobei auf 10 PS gerundet wird.

#### 2.1.2 Variantenbeschreibung

Die Variantenbeschreibung = Fahrzeugbezeichnung besteht aus der Türbezeichnung + Radformel + Suffix.

Die Begriffe Radformel und Suffix werden direkt im Anschluss definiert.

Baureihe + zulässiges Gewicht + Leistungsangabe - Radformel + Suffix

**TGS 24.480 6x2-2 LL-U**

| Baureihe   | + zulässiges Gewicht | + Leistungsangabe |                  |               |
|------------|----------------------|-------------------|------------------|---------------|
| <b>TGS</b> | <b>24</b>            | <b>.480</b>       | <b>6 x 2 - 2</b> | <b>LL - U</b> |
|            |                      |                   | Radformel        | Suffix        |

## 2.1.3 Radformel

Die Radformel benennt die Anzahl der Achsen und dient zusätzlich der Kennzeichnung von Antriebs-, Lenk- und Nach-/Vorlaufachsen. Radformel ist zwar ein geläufiger Begriff, der aber nicht genormt ist. Gezählt werden „Radstellen“ und nicht einzelne Räder, Zwillingsbereifung wird also als einzelnes Rad betrachtet.

Zwei Beispiele sollen den Begriff Radformel erläutern:

**Tabelle 1:** Radformel Beispiele

|                        |   |                                                           |
|------------------------|---|-----------------------------------------------------------|
| 6 x 2 - 4<br>6 x 2 / 4 |   |                                                           |
| 6                      | = | Anzahl der Radstellen insgesamt, also 3 Achsen            |
| x                      | = | keine Aussage                                             |
| 2                      | = | Anzahl der angetriebenen Räder                            |
| -                      | = | Nachlaufachse hinter dem angetriebenen Hinterachsaggregat |
| /                      | = | Vorlaufachse vor dem angetriebenen Hinterachsaggregat     |
| 4                      | = | Anzahl der gelenkten Räder                                |

Die Anzahl der gelenkten Räder wird nur genannt, wenn außer gelenkten Vorderrädern noch gelenkte Vor-oder Nachlaufachsen beteiligt sind. Eine Vorlaufachse läuft „vor“ einem angetriebenen Hinterachsaggregat, eine Nachlaufachse läuft „nach“ dem angetriebenen Hinterachsaggregat, wobei ein Schrägstrich „/“ für eine Vorlaufachse und ein Bindestrich „-“ für eine Nachlaufachse steht. Hat ein Fahrgestell Vor- und Nachlaufachse, wird die Zahl der gelenkten Räder mit Bindestrich „-“ angegeben.

Bei hydrostatischem Vorderachsantrieb MAN HydroDrive® erhält die Radformel zusätzlich ein H, z.B. 6x4H = Vorderachse mit MAN HydroDrive®, 2 Hinterachsen, davon eine angetrieben.

Es gibt derzeit folgende Radformeln ab Werk:

**Tabelle 2:** Radformeln TGS und TGX

|        |                                                                                                                           |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4x2    | Zweiachser mit einer angetriebenen Achse                                                                                  |
| 4x4    | Zweiachser mit zwei angetriebenen Achsen „Allrad“                                                                         |
| 4x4H   | Zweiachser mit zwei angetriebenen Achsen, Vorderachse mit MAN HydroDrive®                                                 |
| 6x2/2  | Dreiachser mit nicht gelenkter Vorlaufachse „Pusher“                                                                      |
| 6x2/4  | Dreiachser mit gelenkter Vorlaufachse                                                                                     |
| 6x2-2  | Dreiachser mit nicht gelenkter Nachlaufachse                                                                              |
| 6x2-4  | Dreiachser mit gelenkter Nachlaufachse                                                                                    |
| 6x4    | Dreiachser mit zwei angetriebenen und nicht gelenkten Hinterachsen                                                        |
| 6x4-4  | Dreiachser mit Antrieb auf 2 Achsen (erste und zweite Achse), gelenkte Nachlaufachse                                      |
| 6x4H/2 | Dreiachser mit MAN HydroDrive®-Antrieb auf der Vorderachse, einer angetriebenen Hinterachse nicht gelenkte Vorlaufachse   |
| 6x4H/4 | Dreiachser mit MAN HydroDrive®-Antrieb auf der Vorderachse, einer angetriebenen Hinterachse, gelenkte Vorlaufachse        |
| 6x4H-2 | Dreiachser mit MAN HydroDrive®-Antrieb auf der Vorderachse, einer angetriebenen Hinterachse, nicht gelenkte Nachlaufachse |
| 6x4H-4 | Dreiachser mit MAN HydroDrive®-Antrieb auf der Vorderachse, einer angetriebenen Hinterachse, gelenkte Nachlaufachse       |

**Tabelle 2:** Radformeln TGS und TGX (Fortsetzung)

|        |                                                                                                                                                                        |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6x6    | Dreiachser mit Allradantrieb                                                                                                                                           |
| 6x6H   | Dreiachser mit Allradantrieb, Vorderachse mit MAN HydroDrive®                                                                                                          |
| 8x2-4  | Vierachser, eine Achse angetrieben, zwei Vorderachsen gelenkt, nicht gelenkte Nachlaufachse oder Vierachser mit drei Hinterachsen Vorderachse u. Nachlaufachse gelenkt |
| 8x2-6  | Vierachser, eine Achse angetrieben, zwei Vorderachsen gelenkt, gelenkte Nachlaufachse                                                                                  |
| 8x4    | Vierachser mit zwei gelenkten Vorderachsen und zwei angetriebenen Hinterachsen                                                                                         |
| 8x4/4  | Vierachser mit einer Vorderachse, eine gelenkte Vorlaufachse und zwei angetriebenen Hinterachsen                                                                       |
| 8x4-4  | Vierachser mit einer Vorderachse, zwei angetriebenen Hinterachsen und einer gelenkten Nachlaufachse                                                                    |
| 8x4H-6 | Vierachser mit zwei gelenkten Vorderachsen (2. Vorderachse mit MAN HydroDrive®), einer angetriebenen Hinterachse und einer gelenkten Nachlaufachse                     |
| 8x6    | Vierachser „Allrad“ mit zwei Vorderachsen (2. angetrieben) und zwei angetriebenen Hinterachsen                                                                         |
| 8x6H   | Vierachser „Allrad“ mit zwei Vorderachsen (2. Vorderachse mit MAN HydroDrive®) und zwei angetriebenen Hinterachsen                                                     |
| 8x8    | Vierachser „Allrad“ mit zwei Vorderachsen und zwei Hinterachsen, alle angetrieben                                                                                      |

## 2.1.4 Suffix

Der Suffix der Fahrzeugbeschreibung definiert die Federungsart, kennzeichnet Sattelzugmaschinen gegenüber Lkw und beschreibt spezielle Produkteigenschaften

|                  |        |
|------------------|--------|
| TGX 25.480 6x2-2 | LL-U   |
|                  | Suffix |

Federungsart (Stellen 1 und 2 des Suffix)

**Tabelle 3:** Federungsart

|    |                                                                  |
|----|------------------------------------------------------------------|
| BB | Blattfederung an Vorderachse(n), Blattfederung an Hinterachse(n) |
| BL | Blattfederung an Vorderachse(n), Luftfederung an Hinterachse(n)  |
| LL | Luftfederung an Vorderachse(n), Luftfederung an Hinterachse(n)   |

Sattelzugmaschinen werden durch ein angehängtes ‚S‘ gekennzeichnet, die Fahrzeugart Lkw wird nicht gesondert gekennzeichnet.

Beispiel für Sattel:

|                |            |
|----------------|------------|
| TGS 33.440 6x6 | BBS        |
|                | S = Sattel |

Spezielle (konstruktive) Produkteigenschaften werden durch einen Bindestrich (,-) vom vorderen Teil des Suffix getrennt angehängt.  
Beispiel für spezielle Produkteigenschaften:

|                           |                                                   |
|---------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>TGS 18.350 4x2 BLS</b> | <b>-TS</b>                                        |
|                           | -TS = gewichtsoptimierte Ausführung für Tank/Silo |

**Tabelle 4:** Zur Kennzeichnung bisher verwendeter spezieller Ausführungen (werden durch weitere ergänzt)

|      |                                                                                                                            |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| -U   | für niedrige Bauart ‚Ultra‘ Beispiel: TGX 18.400 4x2 LLS-U                                                                 |
| -TS  | gewichtsoptimierte Ausführung für Tank/Silo, Beispiel: TGS 18.350 4x2 BLS-TS                                               |
| -WW  | „world wide“ Variante, nur außerhalb Europa zulassungsfähig, Beispiel TGS 40.xxx 6X6 BB-WW                                 |
| -CKD | „completely knocked down“ komplett zerlegt zur Montage im MAN Werk des Empfängerlandes, Beispiel: TGS 40.xxx 6X4 BB-WW-CKD |
| -EL  | EfficientLine                                                                                                              |

## 2.2 Typnummer, Fahrzeugidentifizierungsnummer, Fahrzeugnummer, Grundfahrzeugnummer

Die technische Identifikation des MAN-Fahrgestells und die Zuordnung zur Baureihe geschieht durch die dreistellige Typnummer auch Typschlüsselnummer genannt. Sie ist Bestandteil der 17-stelligen Fahrzeugidentifizierungsnummer (auch Fahrzeug-Ident.-Nr. FIN, Vehicle Identifier Number VIN) und dort an der 4. bis 6. Stelle zu finden. Zu Vertriebszwecken wird die Grundfahrzeugnummer (GFZ-Nr.) gebildet, sie enthält an der 2. bis 4. Stelle die Typnummer. Die Fahrzeugnummer ist 7-stellig und beschreibt die technische Ausrüstung des Fahrzeugs, sie enthält die Typnummer an der 1.-3. Stelle und anschließend eine 4-stellige Zählnummer. Sie befindet sich in den Fahrzeugpapieren und am Fabrikschild des Fahrzeugs und kann bei allen technischen Anfragen für Um- und Aufbauten anstelle der 17-stelligen Fahrzeugidentifizierungsnummer angegeben werden. Die Tabelle 5 zeigt einige Beispiele zu den Begriffen Typnummer, Fahrzeugidentifizierungsnummer, Grundfahrzeugnummer und Fahrzeugnummer.

**Tabelle 5:** Beispiele Fahrzeugbezeichnung, Typnummer, Fahrzeugidentifizierungsnummer, Grundfahrzeugnummer und Fahrzeugnummer

| Fahrzeugbezeichnung | Typnummer<br>Typschlüsselnummer | Fahrzeug-Ident.-Nr. (FIN)<br>Fahrzeugidentifizierungsnummer | GFZ-Nr.<br>Grundfahrzeugnr. | Fahrzeugnummer  |
|---------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------|
| TGX 18.440 4x2 BLS  | <b>06X</b>                      | WMA <b>06X</b> ZZ97K001464                                  | <b>L06X</b> KG31            | <b>06X</b> 0004 |
| TGS 26.410 6x2-4 LL | <b>21S</b>                      | WMA <b>21S</b> ZZ67M479579                                  | <b>L21S</b> GF38            | <b>21S</b> 0002 |
| TGX 33.540 6x4 BB   | <b>26X</b>                      | WMA <b>26X</b> ZZ67K001465                                  | <b>L26X</b> LV12            | <b>26X</b> 0001 |

**Tabelle 6:** Typnummern, Tonnageklasse, Fahrzeugbezeichnung und Radformel bei TGS, TGS-WW und TGX

TGS Typschlüssel

| Typnummer | Tonnage | Bezeichnung , xxx steht für verschiedene Motorleistungen | Motor      | Federung |
|-----------|---------|----------------------------------------------------------|------------|----------|
| 03S       | 18 t    | TGS 18.xxx 4X2 BB                                        | D20/D26 R6 | BB       |
| 06S       | 18 t    | TGS 18.xxx 4X2 BL                                        | D20/D26 R6 | BL       |
| 08S       | 18 t    | TGS 18.xxx 4X2 BLS-TS                                    | D20/D26 R6 | BL       |
| 10S       | 18 t    | TGS 18.xxx 4X2 LL                                        | D20/D26 R6 | LL       |
| 13S       | 18 t    | TGS 18.xxx 4X2 LLS-U                                     | D20/D26 R6 | LL       |
| 15S       | 18 t    | TGS 18.xxx 4X2 LL-U                                      | D20/D26 R6 | LL       |
| 18S       | 26 t    | TGS 26.xxx 6X2-2, 6X2-4 BL                               | D20/D26 R6 | BLL      |
| 21S       | 26 t    | TGS 26.xxx 6X2-2, 6X2-4 LL                               | D20/D26 R6 | LLL      |
| 22S       | 18 t    | TGS 18.xxx 4X4H BL                                       | D20/D26 R6 | BL       |
| 24S       | 24/26 t | TGS 24/26.xxx 6X2/2, 6X2/4 BL                            | D20/D26 R6 | BLL      |
| 26S       | 26/33 t | TGS 26/33.xxx 6X4 BB                                     | D20/D26 R6 | BBB      |
| 30S       | 26/33 t | TGS 26/33.xxx 6X4 BL                                     | D20/D26 R6 | BLL      |
| 35S       | 26 t    | TGS 26.xxx 6X4H-2, 6X4H-4 BL                             | D20/D26 R6 | BLL      |
| 37S       | 35 t    | TGS 35.xxx 8X4 BB                                        | D20/D26 R6 | BBBB     |
| 39S       | 37/41 t | TGS 37/41.xxx 8X4 BB                                     | D20/D26 R6 | BBBB     |
| 41S       | 32/35 t | TGS 32/35.xxx 8X4 BL                                     | D20/D26 R6 | BBLL     |
| 42S       | 26 t    | TGS 26.xxx 6X4H/2, 6X4H/4 BL                             | D20/D26 R6 | BLL      |
| 45S       | 24 t    | TGS 24.xxx 6X2-2 LL-U                                    | D20/D26 R6 | LLL      |
| 49S       | 32 t    | TGS 32.xxx 8X4 BB                                        | D20/D26 R6 | BBBB     |
| 52S       | 18 t    | TGS 18.xxx 4X4 BB                                        | D20/D26 R6 | BB       |
| 56S       | 26/33 t | TGS 26/33.xxx 6X6 BB                                     | D20/D26 R6 | BBB      |
| 59S       | 35 t    | TGS 35.xxx 8X6H BL                                       | D20/D26 R6 | BBLL     |
| 70S       | 26 t    | TGS 26.xxx 6X6H BL                                       | D20/D26 R6 | BLL      |
| 71S       | 28 t    | TGS 28.xxx 6X4H-4 BL                                     | D20/D26 R6 | BLL      |
| 73S       | 35 t    | TGS 35.xxx 8X4H-6 BL                                     | D20/D26 R6 | BBLL     |
| 74S       | 28 t    | TGS 28.xxx 6X2-4 BL                                      | D20/D26 R6 | BLL      |
| 80S       | 18 t    | TGS 18.xxx 4X4 BL                                        | D20/D26 R6 | BL       |
| 82S       | 26/33 t | TGS 26/33.xxx 6X6 BL                                     | D20/D26 R6 | BLL      |
| 84S       | 28 t    | TGS 28.xxx 6X4-4 BL                                      | D20/D26 R6 | BLL      |
| 89S       | 28 t    | TGS 28.xxx 6X2-2 BL                                      | D20/D26 R6 | BLL      |
| 90S       | 35 t    | TGS 35.xxx 8X2-4, 8X2-6 BL                               | D20/D26 R6 | BBLL     |
| 92S       | 35 t    | TGS 35.xxx 8X4-4 BL                                      | D20/D26 R6 | BBLL     |
| 93S       | 35/41 t | TGS 35/41.xxx 8X6 BB                                     | D20/D26 R6 | BBBB     |
| 96S       | 35/41 t | TGS 35/41.xxx 8X8 BB                                     | D20/D26 R6 | BBBB     |

# TGS-WW Typschlüssel

| Typnummer | Tonnage | Typenbezeichnung xxx steht für verschiedene Motorleistungen | Motor      | Federung |
|-----------|---------|-------------------------------------------------------------|------------|----------|
| 03W       | 19 t    | TGS 19.xxx 4X2 BBS-WW                                       | D20/D26 R6 | BB       |
| 06W       | 19 t    | TGS 19.xxx 4X2 BLS-WW                                       | D20/D26 R6 | BL       |
| 18W       | 26 t    | TGS 26.xxx 6X2-2, 6X2-4 BL-WW                               | D20/D26 R6 | BLL      |
| 19W       | 28 t    | TGS 28.xxx 6X2-2 BL-WW                                      | D20/D26 R6 | BLL      |
| 26W       | 33 t    | TGS 33.xxx 6X4 BB-WW                                        | D20/D26 R6 | BBB      |
| 30W       | 26/33 t | TGS 26/33.xxx 6X4 BLS-WW                                    | D20/D26 R6 | BLL      |
| 34W       | 40 t    | TGS 40.xxx 6X4 BB-WW                                        | D20/D26 R6 | BBB      |
| 39W       | 41 t    | TGS 41.xxx 8X4 BB-WW                                        | D20/D26 R6 | BBBB     |
| 49W       | 32 t    | TGS 32.xxx 8X4 BB-WW                                        | D20/D26 R6 | BBBB     |
| 52W       | 18 t    | TGS 18.xxx 4X4 BB-WW                                        | D20/D26 R6 | BB       |
| 56W       | 33 t    | TGS 33.xxx 6X6 BB-WW                                        | D20/D26 R6 | BBB      |
| 58W       | 40 t    | TGS 40.xxx 6X6 BB-WW                                        | D20/D26 R6 | BBB      |
| 60W       | 35/41 t | TGS 35/41.xxx 8X8 BB-WW                                     | D20/D26 R6 | BBBB     |
| 71W       | 19 t    | TGS 19.xxx 4X2 BBS-WW-CKD                                   | D20/D26 R6 | BB       |
| 72W       | 19 t    | TGS 19.xxx 4X2 BLS-WW-CKD                                   | D20/D26 R6 | BL       |
| 73W       | 28 t    | TGS 28.xxx 6X2-2 BL-WW-CKD                                  | D20/D26 R6 | BLL      |
| 76W       | 33 t    | TGS 33.xxx 6X4 BB-WW-CKD                                    | D20/D26 R6 | BBB      |
| 77W       | 40 t    | TGS 40.xxx 6X4 BB-WW-CKD                                    | D20/D26 R6 | BBB      |
| 78W       | 26 t    | TGS 26.xxx 6X4 BL-WW-CKD                                    | D20/D26 R6 | BLL      |
| 79W       | 41 t    | TGS 41.xxx 8X4 BB-WW-CKD                                    | D20/D26 R6 | BBBB     |

## TGX Typschlüssel

| Typnummer | Tonnage | Typenbezeichnung xxx steht für verschiedene Motorleistungen | Motor      | Federung |
|-----------|---------|-------------------------------------------------------------|------------|----------|
| 05X       | 18 t    | TGX 18.xxx 4X2 BLS                                          | D20/D26 R6 | BL       |
| 06X       | 18 t    | TGX 18.xxx 4X2 BL                                           | D20/D26 R6 | BL       |
| 10X       | 18 t    | TGX 18.xxx 4X2 LL                                           | D20/D26 R6 | LL       |
| 13X       | 18 t    | TGX 18.xxx 4X2 LLS-U                                        | D20/D26 R6 | LL       |
| 15X       | 18 t    | TGX 18.xxx 4X2 LL-U                                         | D20/D26 R6 | LL       |
| 18X       | 26 t    | TGX 26.xxx 6X2-2, 6X2-4 BL                                  | D20/D26 R6 | BLL      |
| 21X       | 26 t    | TGX 26.xxx 6X2-2, 6X2-4 LL                                  | D20/D26 R6 | LLL      |
| 22X       | 18 t    | TGX 18.xxx 4X4H BL                                          | D20/D26 R6 | BL       |
| 24X       | 24/26 t | TGX 24/26.xxx 6X2/2, 6X2/4 BL                               | D20/D26 R6 | BLL      |
| 26X       | 26/33 t | TGX 26/33.xxx 6X4 BB                                        | D20/D26 R6 | BBB      |
| 27X       | 28 t    | TGX 28.xxx 6X4 BB                                           | D20/D26 R6 | BBB      |
| 28X       | 28 t    | TGX 28.xxx 6X4 BB-CKD                                       | D20/D26 R6 | BBB      |
| 30X       | 26/33 t | TGX 26/33.xxx 6X4 BL                                        | D20/D26 R6 | BLL      |
| 42X       | 26 t    | TGX 26.xxx 6X4H/2, 6X4H/4 BL                                | D20/D26 R6 | BLL      |
| 45X       | 24 t    | TGX 24.xxx 6X2-2 LL-U                                       | D20/D26 R6 | LLL      |
| 78X       | 18 t    | TGX 18.xxx 4X2 BLS                                          | D28 V8     | BL       |
| 79X       | 33 t    | TGX 33.xxx 6X4 BL                                           | D28 V8     | BLL      |
| 86X       | 41 t    | TGX 41.xxx 8X4/4 BBS                                        | D26 R6     | BLBB     |
| 87X       | 41 t    | TGX 41.xxx 8X4/4 BLS                                        | D26 R6     | BLLL     |
| 88X       | 28 t    | TGX 28.xxx 6X2-2 BL-CKD                                     | D20/D26 R6 | BLL      |
| 89X       | 28 t    | TGX 28.xxx 6X2-2 BL                                         | D20/D26 R6 | BLL      |
| 92X       | 35 t    | TGX 35.xxx 8X4-4 BL                                         | D20/D26 R6 | BLLL     |
| 94X       | 41 t    | TGX 41.xxx 8X4/4 BBS                                        | D28 V8     | BLBB     |
| 95X       | 41 t    | TGX 41.xxx 8X4/4 BLS                                        | D28 V8     | BLLL     |

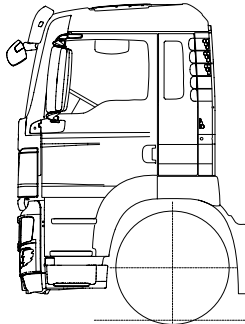
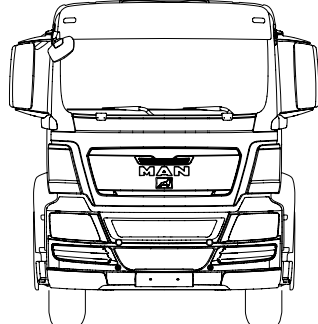
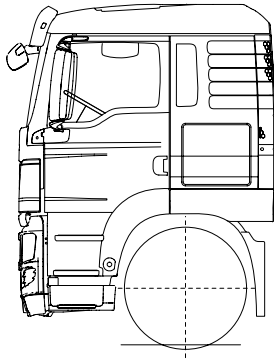
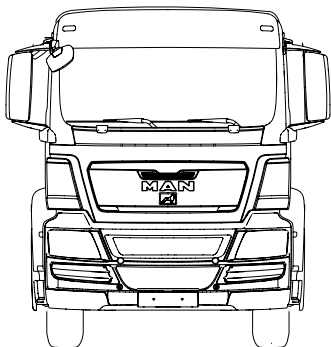
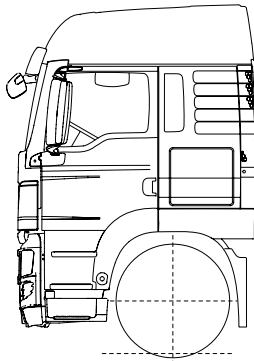
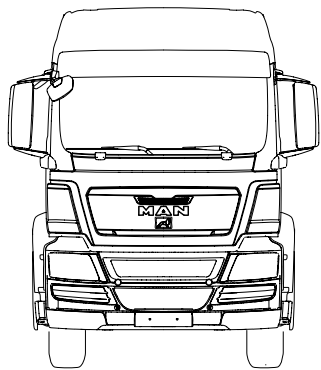
## 2.3 Verwendung von Markenzeichen

Am Fahrgestell vorhandene MAN-Markenzeichen dürfen ohne Genehmigung nicht entfernt oder modifiziert werden. Fahrgestelländerungen oder Aufbauten die nicht nach diesen Aufbaurichtlinien erfolgen und keine MAN-Genehmigung zum Um- oder Aufbau durch die zuständige Abteilung (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) haben, müssen eine neue Fahrzeugidentifizierungsnummer (FIN) des dann verantwortlichen Herstellers (in der Regel der Umbauer) erhalten. In den Fällen, bei denen das Fahrgestell/ Fahrzeug eine neue FIN erhalten muss, sind die Markenkennzeichen am Kühlergrill (Schriftzug „MAN“, Löwe) und auf den Türen (Türbezeichnung siehe 2.1.1) zu entfernen.

## 2.4 Fahrerhäuser

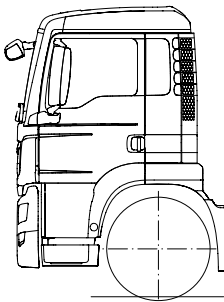
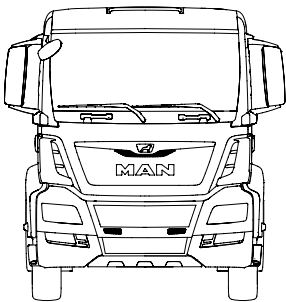
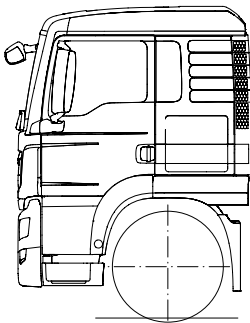
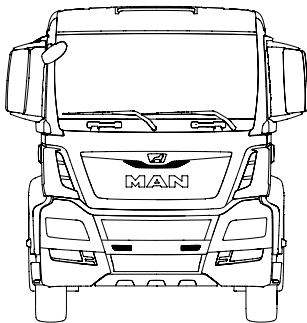
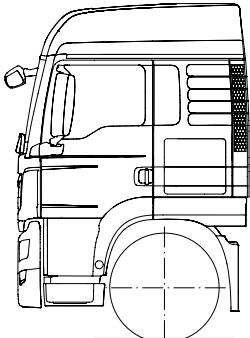
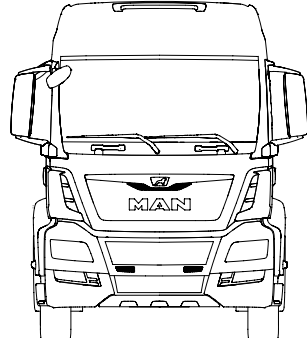
TGS und TGX unterscheiden sich durch die Fahrerhausgrößen. Es gibt je 3 verschiedene Fahrerhäuser:

**Tabelle 7.1:** Fahrerhäuser TGS bis Abgasnorm Euro 5

| TGS bis Abgasnorm Euro 5 |                                                   |       |        |                 |                                                                                      |                                                                                       |
|--------------------------|---------------------------------------------------|-------|--------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Bezeichnung              |                                                   | Maße* |        |                 | Ansichten                                                                            |                                                                                       |
| Name                     | technische Bezeichnung                            | Länge | Breite | Höhe (ab Fhs-0) | Seite                                                                                | Front                                                                                 |
| <b>M</b>                 | Linkslenker<br>F99L17S<br>Rechtslenker<br>F99R17S | 1.880 | 2.240  | 1737            |    |    |
| <b>L</b>                 | Linkslenker<br>F99L34S<br>Rechtslenker<br>F99R34S | 2.280 | 2.240  | 1737            |  |  |
| <b>LX</b>                | Linkslenker<br>F99L39S<br>Rechtslenker<br>F99R39S | 2.280 | 2.240  | 2035            |  |  |

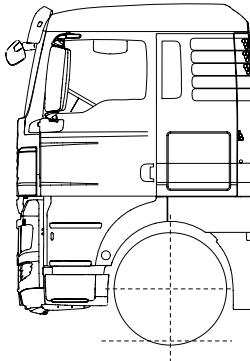
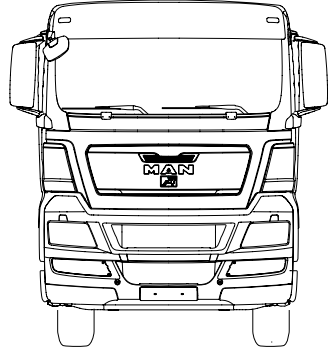
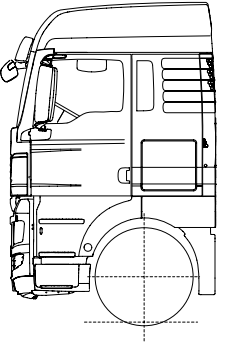
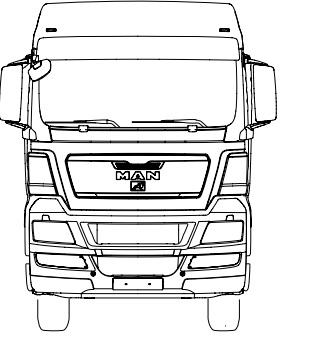
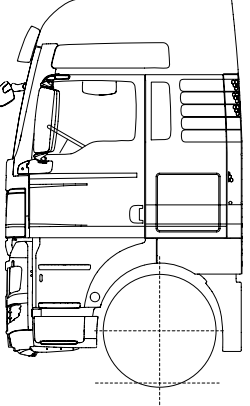
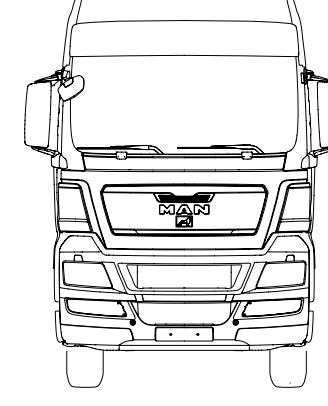
\*) Maße beziehen sich auf das Fahrerhaus ohne Anbauteile wie Kotflügel, Schürzen Spiegel, Spoiler etc.

**Tabelle 7.2:** Fahrerhäuser TGS Abgasnorm Euro 6

| TGS bei Abgasnorm Euro 6 |                                                   |       |        |                 |                                                                                      |                                                                                       |
|--------------------------|---------------------------------------------------|-------|--------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Bezeichnung              |                                                   | Maße* |        |                 | Ansichten                                                                            |                                                                                       |
| Name                     | technische Bezeichnung                            | Länge | Breite | Höhe (ab Fhs-0) | Seite                                                                                | Front                                                                                 |
| <b>M</b>                 | Linkslenker<br>F99L17S<br>Rechtslenker<br>F99R17S | 1.880 | 2.240  | 1737            |    |    |
| <b>L</b>                 | Linkslenker<br>F99L34S<br>Rechtslenker<br>F99R34S | 2.280 | 2.240  | 1737            |   |   |
| <b>LX</b>                | Linkslenker<br>F99L39S<br>Rechtslenker<br>F99R39S | 2.280 | 2.240  | 2035            |  |  |

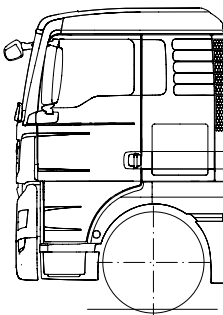
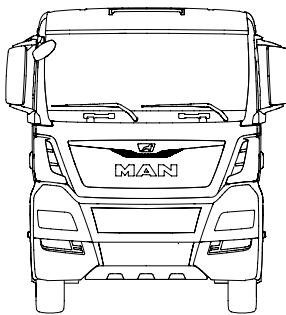
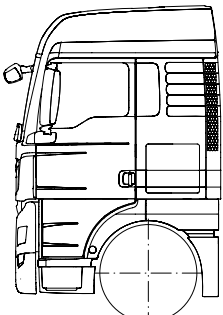
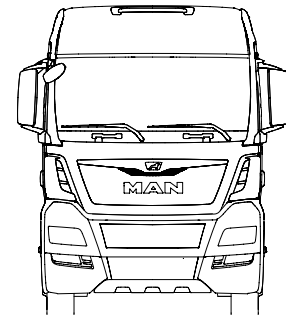
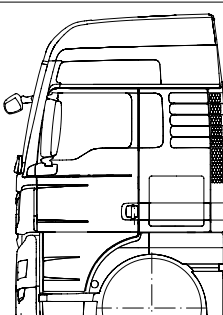
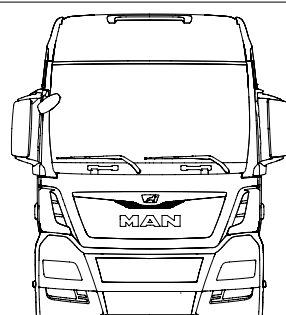
\*) Maße beziehen sich auf das Fahrerhaus ohne Anbauteile wie Kotflügel, Schürzen Spiegel, Spoiler etc.

**Tabelle 7.3:** Fahrerhäuser TGX bis Abgasnorm Euro 5

| TGX bis Abgasnorm Euro 5 |                                                                     |       |        |                 |                                                                                      |                                                                                       |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------|--------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Bezeichnung              |                                                                     | Maße* |        |                 | Ansichten                                                                            |                                                                                       |
| Name                     | technische Bezeichnung                                              | Länge | Breite | Höhe (ab Fhs-0) | Seite                                                                                | Front                                                                                 |
| <b>XL</b>                | Linkslenker<br>F99 <b>L44S</b><br>Rechtslenker<br>F99 <b>R44S</b>   | 2.280 | 2.440  | 1737            |    |    |
| <b>XLX</b>               | Linkslenker<br>F99 <b>L49 S</b><br>Rechtslenker<br>F99 <b>R49 S</b> | 2.280 | 2.440  | 2035            |   |   |
| <b>XXL</b>               | Linkslenker<br>F99 <b>L45S</b><br>Rechtslenker<br>F99 <b>R45S</b>   | 2.280 | 2.440  | 2260            |  |  |

\*) Maße beziehen sich auf das Fahrerhaus ohne Anbauteile wie Kotflügel, Schürzen Spiegel, Spoiler etc.

**Tabelle 7.4:** Fahrerhäuser TGX Abgasnorm Euro 6

| TGX bei Abgasnorm Euro 6 |                                                                     |       |        |                 |                                                                                      |                                                                                       |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------|--------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Bezeichnung              |                                                                     | Maße* |        |                 | Ansichten                                                                            |                                                                                       |
| Name                     | technische Bezeichnung                                              | Länge | Breite | Höhe (ab Fhs-0) | Seite                                                                                | Front                                                                                 |
| <b>XL</b>                | Linkslenker<br>F99 <b>L44S</b><br>Rechtslenker<br>F99 <b>R44S</b>   | 2.280 | 2.440  | 1737            |    |    |
| <b>XLX</b>               | Linkslenker<br>F99 <b>L49 S</b><br>Rechtslenker<br>F99 <b>R49 S</b> | 2.280 | 2.440  | 2035            |   |   |
| <b>XXL</b>               | Linkslenker<br>F99 <b>L45S</b><br>Rechtslenker<br>F99 <b>R45S</b>   | 2.280 | 2.440  | 2260            |  |  |

\*) Maße beziehen sich auf das Fahrerhaus ohne Anbauteile wie Kotflügel, Schürzen Spiegel, Spoiler etc.

## 2.5 Motorvarianten

Bei TGS und TGX werden Reihen-Sechszylinder-Dieselmotoren (R6) der Motorenbaureihen D20 Common Rail / D26 Common Rail (= 1. - 3. Stelle der Motorbezeichnung) eingebaut.

„Die Motoren sind in Euro 3 (für einige Exportmärkte), Euro 4, Euro 5, EEV und Euro 6 erhältlich“.

Ein neu entwickelter V8 Common Rail aus der Motorenfamilien D28 ergänzt das Programm im TGX.

Nach europäischer Vorschrift sind die Motoren mit OBD einschließlich NO<sub>x</sub>-Kontrolle und Abgasnachbehandlung gemäß nachfolgender Tabelle ausgerüstet.

Abkürzungen:

|          |                                                                                         |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| AGR:     | <b>A</b> bgas <b>r</b> ückführung                                                       |
| EEV:     | <b>E</b> nhanced <b>E</b> nvironmentally friendly <b>V</b> ehicle                       |
| OBD:     | <b>O</b> n- <b>B</b> oard- <b>D</b> iagnose                                             |
| PM-Kat®: | <b>P</b> articulate <b>M</b> atter (Partikelfilter)                                     |
| SCR:     | <b>S</b> elective <b>C</b> atalytic <b>R</b> eduction mit „AdBlue“ als Reduktionsmittel |

**Tabelle 8:** TGS/TGX Motoren/Motorbezeichnungen D20 / D26

| Fahrzeug-<br>bezeichnung | Schadstoff-<br>klasse | Leistung [kW]<br>bei [1/min] | OBD Stufe                                   | AGR                           | Abgasnach-<br>behandlung | max. Drehmoment<br>[Nm] / bei [1/min] | Motor-<br>bauform | Motor-<br>bezeichnung |
|--------------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|-------------------|-----------------------|
| xx.360                   | Euro 3                | 265 kW / 1.900               | ohne OBD                                    | mit AGR                       | ohne                     | 1.800 bei 1.000 - 1.400 1/min         | R6                | D2066LF48             |
| xx.400                   |                       | 294 kW / 1.900               |                                             |                               |                          | 1.900 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF49             |
| xx.440                   |                       | 324 kW / 1.900               |                                             |                               |                          | 2.100 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF50             |
| xx.480                   |                       | 353 kW / 1.900               |                                             |                               |                          | 2.300 bei 1.050 - 1.400 1/min         |                   | D2676LF31             |
| xx.320                   | Euro 4                | 235 kW / 1.900               | OB<br>D 1 +<br>NO <sub>x</sub><br>Kontrolle |                               | PM-Kat®                  | 1.600 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF39             |
| xx.360                   |                       | 265 kW / 1.900               |                                             |                               |                          | 1.800 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF38             |
| xx.400                   |                       | 294 kW / 1.900               |                                             |                               |                          | 1.900 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF37             |
| xx.440                   |                       | 324 kW / 1.900               |                                             |                               |                          | 2.100 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF36             |
| xx.480                   |                       | 353 kW / 1.900               |                                             |                               |                          | 2.300 bei 1.050 - 1.300 1/min         |                   | D2676LF05             |
| xx.320                   |                       | 235 kW / 1.900               |                                             |                               | SCR                      | 1.600 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF65             |
| xx.360                   |                       | 265 kW / 1.900               |                                             |                               |                          | 1.800 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF64             |
| xx.400                   |                       | 294 kW / 1.900               |                                             |                               |                          | 1.900 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF63             |
| xx.440                   |                       | 324 kW / 1.900               |                                             |                               |                          | 2.100 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF62             |
| xx.480                   |                       | 353 kW / 1.900               |                                             |                               |                          | 2.300 bei 1.050 - 1.300 1/min         |                   | D2676LF20             |
| xx.540                   |                       | 397 kW / 1.900               |                                             |                               |                          | 2.500 bei 1.050 - 1.350 1/min         |                   | D2676LF19             |
| xx.320*                  |                       | 235 kW / 1.900               |                                             |                               |                          | 1.600 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF72             |
| xx.360*                  |                       | 265 kW / 1.900               |                                             |                               |                          | 1.800 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF71             |
| xx.400*                  |                       | 294 kW / 1.900               |                                             |                               |                          | 1.900 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF70             |
| xx.440*                  |                       | 324 kW / 1.900               |                                             |                               |                          | 2.100 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF69             |
| xx.480*                  |                       | 353 kW / 1.900               |                                             |                               |                          | 2.300 bei 1.050 - 1.400 1/min         |                   | D2676LF33             |
| xx.540*                  |                       | 397 kW / 1.900               |                                             |                               |                          | 2.500 bei 1.050 - 1.350 1/min         |                   | D2676LF32             |
| xx.320                   | Euro 5                | 235 kW / 1.900               | ohne AGR                                    | 1.600 bei 1.000 - 1.400 1/min |                          | D2066LF28                             |                   |                       |
| xx.360                   |                       | 265 kW / 1.900               |                                             | 1.800 bei 1.000 - 1.400 1/min |                          | D2066LF27                             |                   |                       |
| xx.400                   |                       | 294 kW / 1.900               |                                             | 1.900 bei 1.000 - 1.400 1/min |                          | D2066LF26                             |                   |                       |
| xx.440                   |                       | 324 kW / 1.900               |                                             | 2.100 bei 1.000 - 1.400 1/min |                          | D2066LF25                             |                   |                       |
| xx.480                   |                       | 353 kW / 1.900               |                                             | 2.300 bei 1.050 - 1.300 1/min |                          | D2676LF14                             |                   |                       |
| xx.540                   |                       | 397 kW / 1.900               |                                             | 2.500 bei 1.050 - 1.350 1/min |                          | D2676LF13                             |                   |                       |
| xx.320*                  |                       | 235 kW / 1.900               |                                             | 1.600 bei 1.000 - 1.400 1/min |                          | D2066LF20                             |                   |                       |
| xx.360*                  |                       | 265 kW / 1.900               |                                             | 1.800 bei 1.000 - 1.400 1/min |                          | D2066LF19                             |                   |                       |
| xx.400*                  |                       | 294 kW / 1.900               |                                             | 1.900 bei 1.000 - 1.400 1/min |                          | D2066LF18                             |                   |                       |
| xx.440*                  |                       | 324 kW / 1.900               |                                             | 2.100 bei 1.000 - 1.400 1/min |                          | D2066LF17                             |                   |                       |
| xx.480*                  |                       | 353 kW / 1.900               |                                             | 2.300 bei 1.050 - 1.400 1/min |                          | D2676LF16                             |                   |                       |
| xx.540*                  |                       | 397 kW / 1.900               |                                             | 2.500 bei 1.050 - 1.350 1/min |                          | D2676LF15                             |                   |                       |

| Fahrzeug-<br>bezeichnung | Schadstoff-<br>klasse | Leistung [kW]<br>bei [1/min] | OBD Stufe                               | AGR      | Abgasnach-<br>behandlung | max. Drehmoment<br>[Nm] / bei [1/min] | Motor-<br>bauform | Motor-<br>bezeichnung |
|--------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------------------------|----------|--------------------------|---------------------------------------|-------------------|-----------------------|
| xx.320                   | Euro 5                | 235 kW / 1.900               | OBD 2<br>+ NO <sub>x</sub><br>Kontrolle | ohne AGR | SCR                      | 1.600 bei 1.000 - 1.400 1/min         | R6                | D2066LF43             |
| xx.360                   |                       | 265 kW / 1.900               |                                         |          |                          | 1.800 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF42             |
| xx.400                   |                       | 294 kW / 1.900               |                                         |          |                          | 1.900 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF41             |
| xx.440                   |                       | 324 kW / 1.900               |                                         |          |                          | 2.100 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF40             |
| xx.480                   |                       | 353 kW / 1.900               |                                         |          |                          | 2.300 bei 1.050 - 1.400 1/min         |                   | D2676LF07             |
| xx.540                   |                       | 397 kW / 1.900               |                                         |          |                          | 2.500 bei 1.050 - 1.350 1/min         |                   | D2676LF06             |
| xx.320*                  |                       | 235 kW / 1.900               |                                         |          |                          | 1.600 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF47             |
| xx.360*                  |                       | 265 kW / 1.900               |                                         |          |                          | 1.800 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF46             |
| xx.400*                  |                       | 294 kW / 1.900               |                                         |          |                          | 1.900 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF45             |
| xx.440*                  |                       | 324 kW / 1.900               |                                         |          |                          | 2.100 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF44             |
| xx.480*                  |                       | 353 kW / 1.900               |                                         |          |                          | 2.300 bei 1.050 - 1.400 1/min         |                   | D2676LF09             |
| xx.540*                  |                       | 397 kW / 1.900               |                                         |          |                          | 2.500 bei 1.050 - 1.350 1/min         |                   | D2676LF08             |
| xx.320                   |                       | 235 kW / 1.900               |                                         | mit AGR  | Oxi-Kat                  | 1.600 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF53**           |
| xx.360                   |                       | 265 kW / 1.900               |                                         |          |                          | 1.800 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF52**           |
| xx.400                   |                       | 294 kW / 1.900               |                                         |          |                          | 1.900 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF51**           |
| xx.440                   |                       | 324 kW / 1.900               |                                         |          |                          | 2.100 bei 950 - 1.400 1/min           |                   | D2676LF22**           |
| xx.480                   |                       | 353 kW / 1.900               |                                         |          |                          | 2.300 bei 950 - 1.400 1/min           |                   | D2676LF21**           |
| xx.320                   | EEV                   | 235 kW / 1.900               | OBD 2<br>+ NO <sub>x</sub><br>Kontrolle | ohne AGR | SCR                      | 1.600 bei 1.000 - 1.400 1/min         | R6                | D2066LF60             |
| xx.360                   |                       | 265 kW / 1.900               |                                         |          |                          | 1.800 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF59             |
| xx.400                   |                       | 294 kW / 1.900               |                                         |          |                          | 1.900 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF58             |
| xx.440                   |                       | 324 kW / 1.900               |                                         |          |                          | 2.100 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF57             |
| xx.480                   |                       | 353 kW / 1.900               |                                         |          |                          | 2.300 bei 1.050 - 1.400 1/min         |                   | D2676LF18             |
| xx.540                   |                       | 397 kW / 1.900               |                                         |          |                          | 2.500 bei 1.050 - 1.350 1/min         |                   | D2676LF17             |
| xx.320                   | Euro 6                | 235 kW / 1800                |                                         | mit AGR  | SCR                      | 1600 bei 930 - 1400 1/min             | R6                | D2066LF68             |
| xx.360                   |                       | 265 kW / 1800                |                                         |          |                          | 1800 bei 930 - 1400 1/min             |                   | D2066LF67             |
| xx.400                   |                       | 294 kW / 1800                |                                         |          |                          | 1900 bei 930 - 1400 1/min             |                   | D2066LF61             |
| xx.440                   |                       | 324 kW / 1800                |                                         |          |                          | 2100 bei 930 - 1400 1/min             |                   | D2676LF26             |
| xx.480                   |                       | 353 kW / 1800                |                                         |          |                          | 2300 bei 930 - 1400 1/min             |                   | D2676LF25             |

\* = Motoren in OBD 1b oder OBD 2 **ohne Drehmomentreduktion (DMR) im NO<sub>x</sub>-Fehlerfall**.  
Nur bei Motoren für Feuerwehr, Rettungsdienste und Militär gemäß Anhang I.6558 der Richtlinie 2005/55/EG, Fassung 2006/81/EG  
\*\* = Motoren nur für UK und Irland

**Tabelle 9:** TGX Motoren/Motorbezeichnungen D28 V8

| Fahrzeug-<br>bezeichnung                                                                                                                                                                                                           | Schadstoff-<br>klasse | Leistung [kW]<br>bei [1/min] | OBD Stufe                               | AGR      | Abgasnach-<br>behandlung | max. Drehmoment<br>[Nm] / bei [1/min] | Motor-<br>bauform | Motor-<br>bezeichnung |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------------------------|----------|--------------------------|---------------------------------------|-------------------|-----------------------|
| xx.680                                                                                                                                                                                                                             | Euro 5                | 500 kW / 1.800               | OBD 1 +<br>NO <sub>x</sub><br>Kontrolle | ohne AGR | SCR                      | 3.000 bei 1.100 - 1.500 1/min         | V8                | D2868LF02             |
| xx.680                                                                                                                                                                                                                             |                       | 500 kW / 1.900               |                                         |          |                          | 2.700 bei 1.000 - 1.700 1/min         |                   | D2868LF03             |
| xx.680*                                                                                                                                                                                                                            |                       | 500 kW / 1.900               | OBD 2 +<br>NO <sub>x</sub><br>Kontrolle |          |                          | 2.700 bei 1.000 - 1.700 1/min         |                   | D2868LF04             |
| xx.680                                                                                                                                                                                                                             |                       | 500 kW / 1.900               |                                         |          |                          | 2.700 bei 1.000 - 1.700 1/min         |                   | D2868LF06             |
| xx.680*                                                                                                                                                                                                                            |                       | 500 kW / 1.900               |                                         |          |                          | 2.700 bei 1.000 - 1.700 1/min         |                   | D2868LF07             |
| xx.680                                                                                                                                                                                                                             | EEV                   | 500 kW / 1.800               |                                         |          |                          | 3.000 bei 1.100 - 1.500 1/min         |                   | D2868LF05             |
| * = Motoren in OBD 1b oder OBD 2 <b>ohne Drehmomentreduktion (DMR) im NO<sub>x</sub>-Fehlerfall</b> . Nur bei Motoren für Feuerwehr, Rettungsdienste und Militär gemäß Anhang I.6558 der Richtlinie 2005/55/EG, Fassung 2006/81/EG |                       |                              |                                         |          |                          |                                       |                   |                       |

**Tabelle 10:** TGS-WW Motoren/Motorbezeichnungen D20 / D26

| Fahrzeug-<br>bezeichnung                                                                                                                                                                                                           | Schadstoff-<br>klasse | Leistung [kW]<br>bei [1/min]            | OBD Stufe | AGR                           | Abgasnach-<br>behandlung | max. Drehmoment<br>[Nm] / bei [1/min] | Motor-<br>bauform | Motor-<br>bezeichnung         |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------|-----------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|-------------------|-------------------------------|-----------|
| xx.360                                                                                                                                                                                                                             | Euro 3                | 265 kW / 1.900                          | ohne OBD  |                               | ohne                     | 1.800 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF48                     |           |
| xx.400                                                                                                                                                                                                                             |                       | 294 kW / 1.900                          |           |                               |                          | 1.900 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF49                     |           |
| xx.440                                                                                                                                                                                                                             |                       | 324 kW / 1.900                          |           |                               |                          | 2.100 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF50                     |           |
| xx.480                                                                                                                                                                                                                             |                       | 353 kW / 1.900                          |           |                               |                          | 2.300 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2676LF02                     |           |
| xx.480                                                                                                                                                                                                                             |                       | 353 kW / 1.900                          |           |                               |                          | 2.300 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2676LF31                     |           |
| xx.320                                                                                                                                                                                                                             | Euro 4                | 235 kW / 1.900                          | OBD 1     | mit AGR                       | PM-Kat®                  | 1.600 bei 1.000 - 1.400 1/min         | R6                | D2066LF35                     |           |
| xx.360                                                                                                                                                                                                                             |                       | 265 kW / 1.900                          |           |                               |                          | 1.800 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF33                     |           |
| xx.400                                                                                                                                                                                                                             |                       | 294 kW / 1.900                          |           |                               |                          | 1.900 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF32                     |           |
| xx.440                                                                                                                                                                                                                             |                       | 324 kW / 1.900                          |           |                               |                          | 2.100 bei 1.000 - 1.400 1/min         |                   | D2066LF31                     |           |
| xx.480                                                                                                                                                                                                                             |                       | 353 kW / 1.900                          |           |                               |                          | 2.300 bei 1.050 - 1.300 1/min         |                   | D2676LF01                     |           |
| xx.320                                                                                                                                                                                                                             |                       | OBD 1<br>+ NO <sub>x</sub><br>Kontrolle | ohne AGR  |                               |                          | SCR                                   |                   | 1.600 bei 1.000 - 1.400 1/min | D2066LF39 |
| xx.360                                                                                                                                                                                                                             |                       |                                         |           |                               |                          |                                       |                   | 1.800 bei 1.000 - 1.400 1/min | D2066LF38 |
| xx.400                                                                                                                                                                                                                             |                       |                                         |           |                               |                          |                                       |                   | 1.900 bei 1.000 - 1.400 1/min | D2066LF37 |
| xx.440                                                                                                                                                                                                                             |                       |                                         |           |                               |                          |                                       |                   | 2.100 bei 1.000 - 1.400 1/min | D2066LF36 |
| xx.480                                                                                                                                                                                                                             |                       |                                         |           |                               |                          |                                       |                   | 2.300 bei 1.050 - 1.300 1/min | D2676LF05 |
| xx.320                                                                                                                                                                                                                             |                       |                                         |           | 1.600 bei 1.000 - 1.400 1/min | D2066LF65                |                                       |                   |                               |           |
| xx.360                                                                                                                                                                                                                             |                       |                                         |           | 1.800 bei 1.000 - 1.400 1/min | D2066LF64                |                                       |                   |                               |           |
| xx.400                                                                                                                                                                                                                             |                       |                                         |           | 1.900 bei 1.000 - 1.400 1/min | D2066LF63                |                                       |                   |                               |           |
| xx.440                                                                                                                                                                                                                             |                       |                                         |           | 2.100 bei 1.000 - 1.400 1/min | D2066LF62                |                                       |                   |                               |           |
| xx.480                                                                                                                                                                                                                             |                       |                                         |           | 2.300 bei 1.050 - 1.400 1/min | D2676LF20                |                                       |                   |                               |           |
| xx.540                                                                                                                                                                                                                             |                       |                                         |           | 2.500 bei 1.050 - 1.350 1/min | D2676LF19                |                                       |                   |                               |           |
| xx.320*                                                                                                                                                                                                                            |                       |                                         |           | 1.600 bei 1.000 - 1.400 1/min | D2066LF72                |                                       |                   |                               |           |
| xx.360*                                                                                                                                                                                                                            |                       |                                         |           | 1.800 bei 1.000 - 1.400 1/min | D2066LF71                |                                       |                   |                               |           |
| xx.400*                                                                                                                                                                                                                            |                       |                                         |           | 1.900 bei 1.000 - 1.400 1/min | D2066LF70                |                                       |                   |                               |           |
| xx.440*                                                                                                                                                                                                                            |                       |                                         |           | 2.100 bei 1.000 - 1.400 1/min | D2066LF69                |                                       |                   |                               |           |
| xx.480*                                                                                                                                                                                                                            |                       |                                         |           | 2.300 bei 1.050 - 1.400 1/min | D2676LF33                |                                       |                   |                               |           |
| xx.540*                                                                                                                                                                                                                            |                       |                                         |           | 2.500 bei 1.050 - 1.350 1/min | D2676LF32                |                                       |                   |                               |           |
| * = Motoren in OBD 1b oder OBD 2 <b>ohne Drehmomentreduktion (DMR) im NO<sub>x</sub>-Fehlerfall</b> . Nur bei Motoren für Feuerwehr, Rettungsdienste und Militär gemäß Anhang I.6558 der Richtlinie 2005/55/EG, Fassung 2006/81/EG |                       |                                         |           |                               |                          |                                       |                   |                               |           |

**Tabelle 11:** Motor für Modelle 27X und 28X Motorbezeichnungen D26 (nicht EG und ohne Drehmomentreduzierung) in Modell 27X und 28X

| Fahrzeug-bezeichnung | Schadstoff-klasse | Leistung [kW] bei [1/min] | OBD Stufe      | AGR      | Abgasnach-behandlung | max. Drehmoment [Nm] / bei [1/min] | Motor-bauform | Motor-bezeichnung |
|----------------------|-------------------|---------------------------|----------------|----------|----------------------|------------------------------------|---------------|-------------------|
| xx.440               | Conama P6         | 324 kW / 1.900            | ohne OBD       | mit AGR  | Oxi-Kat              | 2.100 bei 1.000 - 1.400 1/min      | R6            | D2676LF10         |
| xx.480*              | Conama P7         | 353 kW / 1.900            | OBD 2 (Brasil) | ohne AGR | SCR                  | 2.400 bei 1.000 - 1.400 1/min      |               | D2676LF23         |
| xx.400*              |                   | 294 kW / 1.900            |                |          |                      | 2.000 bei 1.000 - 1.400 1/min      |               | D2676LF24         |
| xx.440*              |                   | 324 kW / 1.900            |                |          |                      | 2.200 bei 1.000 - 1.400 1/min      |               | D2676LF28         |

\* = Motoren in OBD 2 (Brasilien) **ohne Drehmomentreduktion (DMR) im NO<sub>x</sub>-Fehlerfall**.

Die brasilianische Schadstoffklasse Conama P6 ist ähnlich Euro IV ohne OBD. Conama P7 ist ähnlich Euro V mit OBD ähnlich der europäischen OBD2.

### 3. Allgemeine technische Grundlagen

Nationale und internationale Vorschriften gelten vor technisch zulässigen Maßen und Gewichten, wenn sie die technisch zulässigen Maße und Gewichte einschränken. Aus den Angebots- und den MANTED®-Unterlagen unter [www.manted.de](http://www.manted.de) sind zu entnehmen:

- Maße
- Gewichte
- Schwerpunktlage für Nutzlast und Aufbau (minimale und maximale Aufbauhöhe)

des serienmäßigen Fahrgestells/Sattelzugmaschine. Die dort genannten Daten können sich je nach technischem Lieferumfang des Fahrzeugs ändern. Maßgebend ist der tatsächliche Bau- und Lieferzustand des Fahrzeugs.

Um optimale Nutzlastverhältnisse zu erzielen ist eine Verwiegung des angelieferten Fahrgestells vor Aufbaubeginn erforderlich. Durch Nachrechnung muss die günstigste Schwerpunktlage für Nutzlast und Aufbau und die optimale Aufbauhöhe ermittelt werden. Bedingt durch Bauteiltoleranzen sind Gewichtsabweichungen von  $\pm 5\%$  laut DIN 70020 zulässig.

Abweichungen von der serienmäßigen Ausstattung machen sich maßlich und gewichtsmäßig bemerkbar. Abweichungen von den zulässigen Maßen- und Gewichten sind durch eine geänderte Ausstattung möglich, besonders dann, wenn eine Umbereifung vorgenommen wird, die gleichzeitig eine Änderung der zulässigen Lasten zur Folge hat.

Bei jedem Aufbau ist zu beachten, dass

- die zulässigen Achslasten in keinem Fall überschritten werden
- eine ausreichende Mindestvorderachslast erreicht wird
- eine einseitige Schwerpunktlage und Belastung nicht zustande kommen darf
- die zulässige Überhanglänge (Fahrzeugüberhang) nicht überschritten wird.

#### 3.1 Achsüberlastung, einseitige Beladung

**Bild 1:** Überlastung der Vorderachse ESC-452

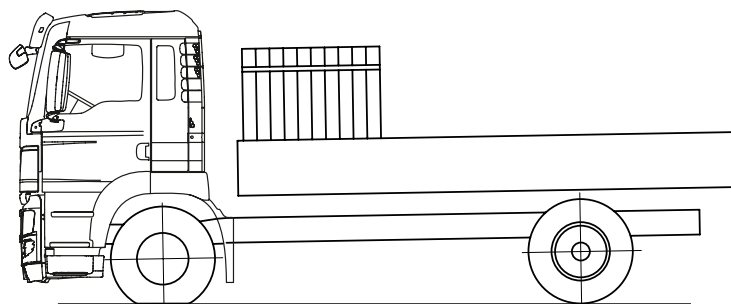
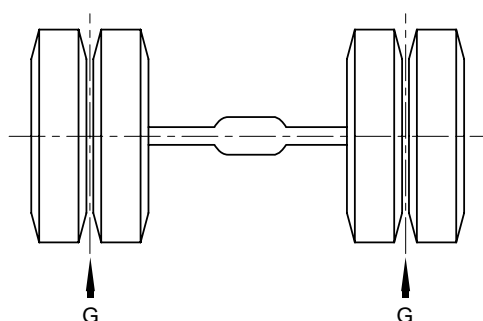


**Bild 2:** Radlastdifferenz ESC-126



**Formel 1:** Radlastdifferenz

$$\Delta G \leq 0,05 \cdot G_{\text{tat}}$$

In der Aufbauprojektierung dürfen einseitige Radlasten nicht vorkommen. Bei Nachprüfungen sind max. 5% Radlastdifferenz zulässig. Dabei ist 100% die tatsächliche Achslast und nicht die zulässige Achslast.

Beispiel:

Tatsächlich vorhandene Achslast  $G_{\text{tat}} = 11.000 \text{ kg}$

Somit zulässige Radlastdifferenz:

$$\begin{aligned} \Delta G &= 0,05 G_{\text{tat}} = 0,05 \cdot 11.000 \text{ kg} \\ \Delta G &= 550 \text{ kg} \end{aligned}$$

Somit z.B. 5.225 kg auf der einen und 5.775 kg auf der anderen Seite.

Die ermittelte maximale Radlast gibt keine Auskunft über die zulässige Einzelradlast der jeweiligen Bereifung. Hierzu geben die technischen Handbücher der Reifenhersteller entsprechende Informationen.

### 3.2 Mindestvorderachslast

Zur Erhaltung der Lenkfähigkeit muss in jedem Beladungszustand des Fahrzeugs die Vorderachse eine vorgegebene Mindestbelastung gemäß Tabelle 12 aufweisen.

**Bild 3:** Mindestbelastung der Vorderachse ESC-451

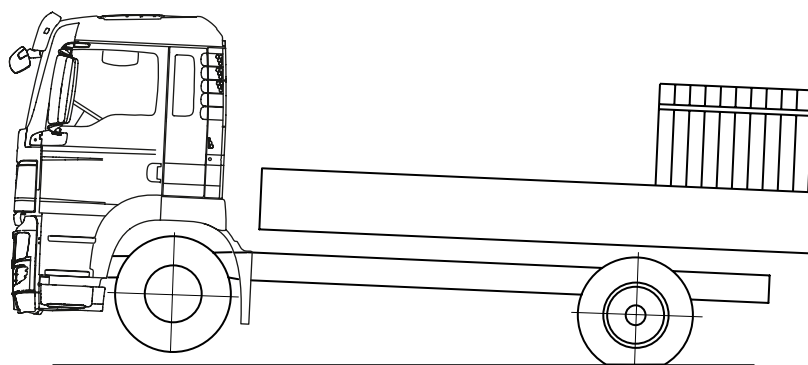


**Tabelle 12:** Mindestbelastung der Vorderachse(n) in jedem Beladungszustand in % des jeweiligen tatsächlichen Fahrzeuggewichts

| Mindestbelastung der Vorderachse(n) in jedem Beladungszustand in % des jeweiligen tatsächlichen Fahrzeuggewichts<br>GG = Gesamtgewicht<br>SDAH = Starrdeichselanhänger<br>ZAA = Zentralachsanhänger                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                             |             |                   |                                       |                                          |                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Achszahl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Radformel                                                                                                                                                                   | GG Fahrzeug | ohne SDAH/<br>ZAA | mit SDAH/ZAA<br>GG Anhänger<br>≤ 18 t | Tridem SDAH/ZAA<br>GG Anhänger<br>> 18 t | sonstige Hecklast<br>z.B. Kran,<br>Ladebordwand |
| Zweiachser                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4x2, 4x4H,<br>4x4                                                                                                                                                           | 18 t        | 25%               | 25%                                   | 35%                                      | 30%                                             |
| mehr als 2 Achsen*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6x2/2, 6x2/4,<br>6x2-2, 6x2-4,<br>6x4, 6x4-4,<br>6x4H/2,<br>6x4H/4,<br>6x4H-2,<br>6x4H-4, 6x6,<br>6x6H, 8x2-4,<br>8x2-6, 8x4,<br>8x4/4, 8x4-4,<br>8x4H-6, 8x6,<br>8x6H, 8x8 | 24 - 41 t   | 20%               | 25%**                                 | 30%**                                    | 25%**                                           |
| Bei mehr als einer Vorderachse bezieht sich der %-Wert auf die Summe der Vorderachslasten.<br>* = Dreiachsige Fahrzeuge mit liftbarer Achse sind bei betätigtem Achslift als Zweiachser zu betrachten. In diesem Zustand gilt damit die höhere Mindestvorderachslast zweiachsiger Fahrzeuge.<br>** = -2% bei gelenkten Vor-/Nachlaufachsen, nur bei Fahrzeugen die mit Nutzlast be- und entladen werden |                                                                                                                                                                             |             |                   |                                       |                                          |                                                 |

Bei kombinierten Hecklasten wie zum Beispiel Starrdeichselanhänger mit Ladekran gilt die höhere Mindestvordachslast. Die Werte gelten einschließlich etwaiger zusätzlicher Hecklasten wie beispielsweise:

- Stützlasten durch Zentralachsanhänger
- Ladekran am Fahrzeugheck
- Ladebordwände
- transportable Gabelstapler.

### 3.3 Räder, Abrollumfang

Unterschiedliche Reifengrößen zwischen Vorder- und Hinterachse(n) sind bei Allradfahrzeugen (auch HydroDrive®) nur dann möglich, wenn die Abrollumfangsdifferenz der verwendeten Reifengrößen nicht mehr als 2% beträgt. Grundlage für die Berechnung ist immer der Umfang des kleineren Reifens.

Für jede Umbereifung ist eine Herstellerfreigabe erforderlich. Die Anfragemöglichkeit besteht über das Formular „Anforderung von Bestätigungen“, verfügbar auf [www.manted.de](http://www.manted.de) oder über Online-Formular für Bestätigungen. Die damit eventuell verbundene Parametrierung wird zusammen mit der Bestätigung durchgeführt.

Die Hinweise im Kapitel 5 „Aufbau“ in Bezug auf Gleitschutzketten, Tragfähigkeit und Freigängigkeit sind zu beachten.

### 3.4 Zulässige Überhanglängen

Unter der theoretische Überhanglänge ist das Maß von der theoretischen Hinterachsmitte (bestimmt durch den theoretischen Radstand) bis zum Fahrzeugende (einschließlich Aufbau) zu verstehen, Definition siehe folgenden Abschnitt 3.5.

In Prozent des theoretischen Radstands sind folgende Maximalwerte zulässig:

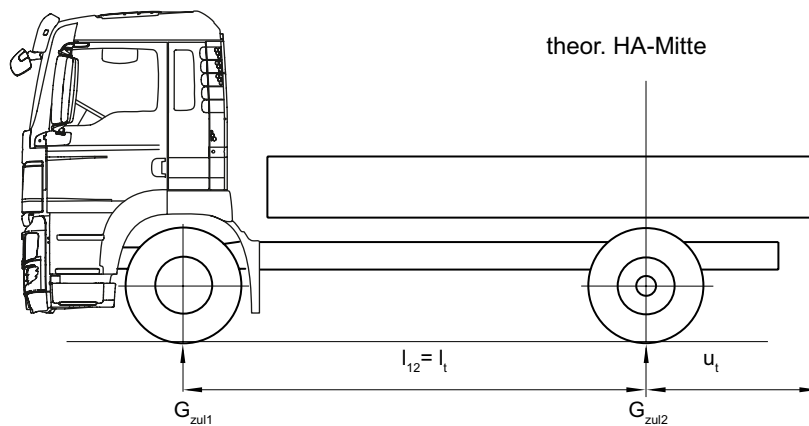
- Zweiachsige Fahrzeuge 65%
- alle anderen Fahrzeuge 70%.

Ohne Ausrüstung zum Ziehen eines Anhängers können die o. a. Werte um 5% überschritten werden. Grundvoraussetzung ist, dass die in Abschnitt 3.2 in der Tabelle 12 angegebenen Mindestvorderachslasten in jedem Betriebszustand eingehalten werden.

### 3.5 Theoretischer Radstand, Überhang, theoretische Achsmitte

Der theoretische Radstand ist eine Hilfsgröße zur Ermittlung der Schwerpunktlage und der Achslasten. Die Definition erfolgt in den folgenden Bildern.

**Bild 4:** Theoretischer Radstand und Überhang Zweiachser ESC-446



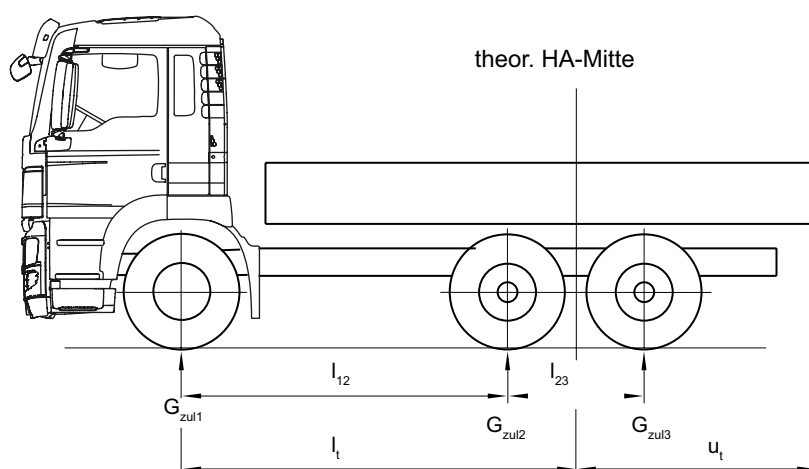
**Formel 2:** Theoretischer Radstand Zweiachser

$$l_t = l_{12}$$

**Formel 3:** Zulässige Überhanglänge Zweiachser

$$u_t \leq 0,65 \cdot l_t$$

**Bild 5:** Theoretischer Radstand und Überhang Dreiachser mit zwei Hinterachsen bei gleichen Hinterachslasten ESC-447



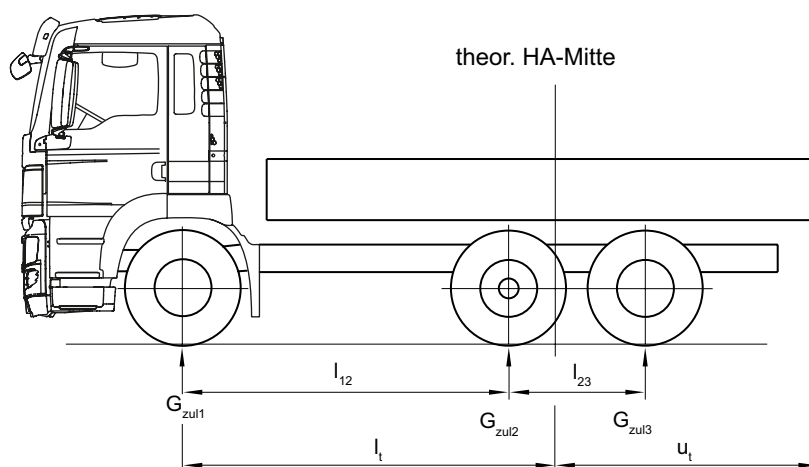
**Formel 4:** Theoretischer Radstand Dreiachser mit zwei Hinterachsen bei gleichen Hinterachslasten

$$l_t = l_{12} + 0,5 \cdot l_{23}$$

**Formel 5:** Zulässige theoretische Überhanglänge Dreiachser mit zwei Hinterachsen bei gleichen Hinterachslasten

$$U_t \leq 0,70 \cdot l_t$$

**Bild 6:** Theoretischer Radstand und Überhang Dreiachser mit zwei Hinterachsen bei ungleichen Hinterachslasten (im MAN-Fahrzeugprogramm z.B. alle 6x2) ESC-448



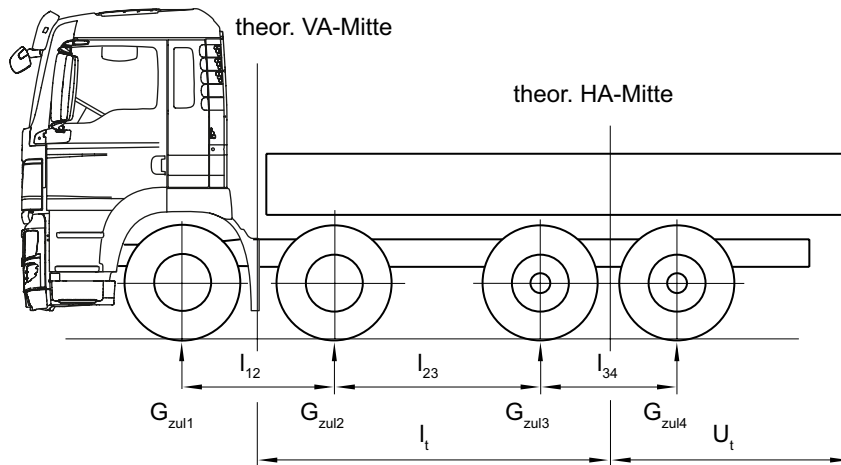
**Formel 6:** Theoretischer Radstand Dreiachser mit zwei Hinterachsen bei ungleichen Hinterachslasten

$$l_t = l_{12} + \frac{G_{zul3} \cdot l_{23}}{G_{zul2} + G_{zul3}}$$

**Formel 7:** Zulässige Überhanglänge Dreiachser mit zwei Hinterachsen bei ungleichen Hinterachslasten

$$U_t \leq 0,70 \cdot l_t$$

**Bild 7:** Theoretischer Radstand und Überhang Vierachser mit zwei Vorder- und zwei Hinterachsen (beliebige Achslastverteilung) ESC-450



**Formel 8:** Theoretischer Radstand Vierachser mit zwei Vorder- und zwei Hinterachsen (beliebige Achslastverteilung)

$$l_t = l_{23} + \frac{G_{zul1} \cdot l_{12}}{G_{zul1} + G_{zul2}} + \frac{G_{zul4} \cdot l_{34}}{G_{zul3} + G_{zul4}}$$

**Formel 9:** Zulässige Überhanglänge Vierachser mit zwei Vorder- und zwei Hinterachsen

$$U_t \leq 0,70 \cdot l_t$$

### 3.6 Achslastberechnung und Wiegevorgang

Für die richtige Aufbauauslegung ist die Erstellung einer Achslastberechnung unerlässlich. Die angegebenen Gewichte in den Verkaufsunterlagen berücksichtigen nur den Serienzustand eines Fahrzeuges. Gewichtsveränderungen können durch Sonderausstattungen sowie Fertigungstoleranzen entstehen. Die optimale Abstimmung des Aufbaus auf den Lkw ist nur dann möglich, wenn vor Beginn aller Aufbauarbeiten das Fahrzeug verwogen wird und die gewogenen Gewichte in einer Achslastberechnung berücksichtigt werden.

Das Fahrzeug ist unter folgenden Voraussetzungen zu wiegen:

- ohne Fahrer
- mit vollem(n) AdBlue® - sowie Kraftstoffbehälter(n)
- mit gelöster Feststellbremse, Fahrzeug mit Unterlegkeilen sichern
- bei Luftfederung: Fahrzeug in normale Fahrstellung bringen
- liftbare Achsen bis zum Boden absenken (wie im belasteten Zustand)
- Anfahrhilfen nicht betätigen.

Beim Wiegen folgende Reihenfolge einhalten (Vorlauf- bzw. Nachlaufachse zählt zur Hinterachse):

#### Zweiachser

- 1. Achse
- 2. Achse
- zur Kontrolle das gesamte Fahrzeug

#### Dreiachser mit zwei Hinterachsen

- 1. Achse
- 2. mit 3. Achse
- zur Kontrolle das gesamte Fahrzeug

#### Vierachser mit zwei Vorder- und zwei Hinterachsen

- 1. mit 2. Achse
- 3. mit 4. Achse
- zur Kontrolle das gesamte Fahrzeug

#### Vierachser mit einer Vorder- und drei Hinterachsen

- 1. Achse
- 2. mit 3. und 4. Achse
- zur Kontrolle das gesamte Fahrzeug.

### 3.7 Kontroll-/Einstell- und Anschlußarbeiten vor und nach der Aufbaumontage

Bei TGS/TGX **nicht** kontrollieren/einstellen:

- ALB-Einstellung: keine Arbeiten nach der Aufbaumontage erforderlich

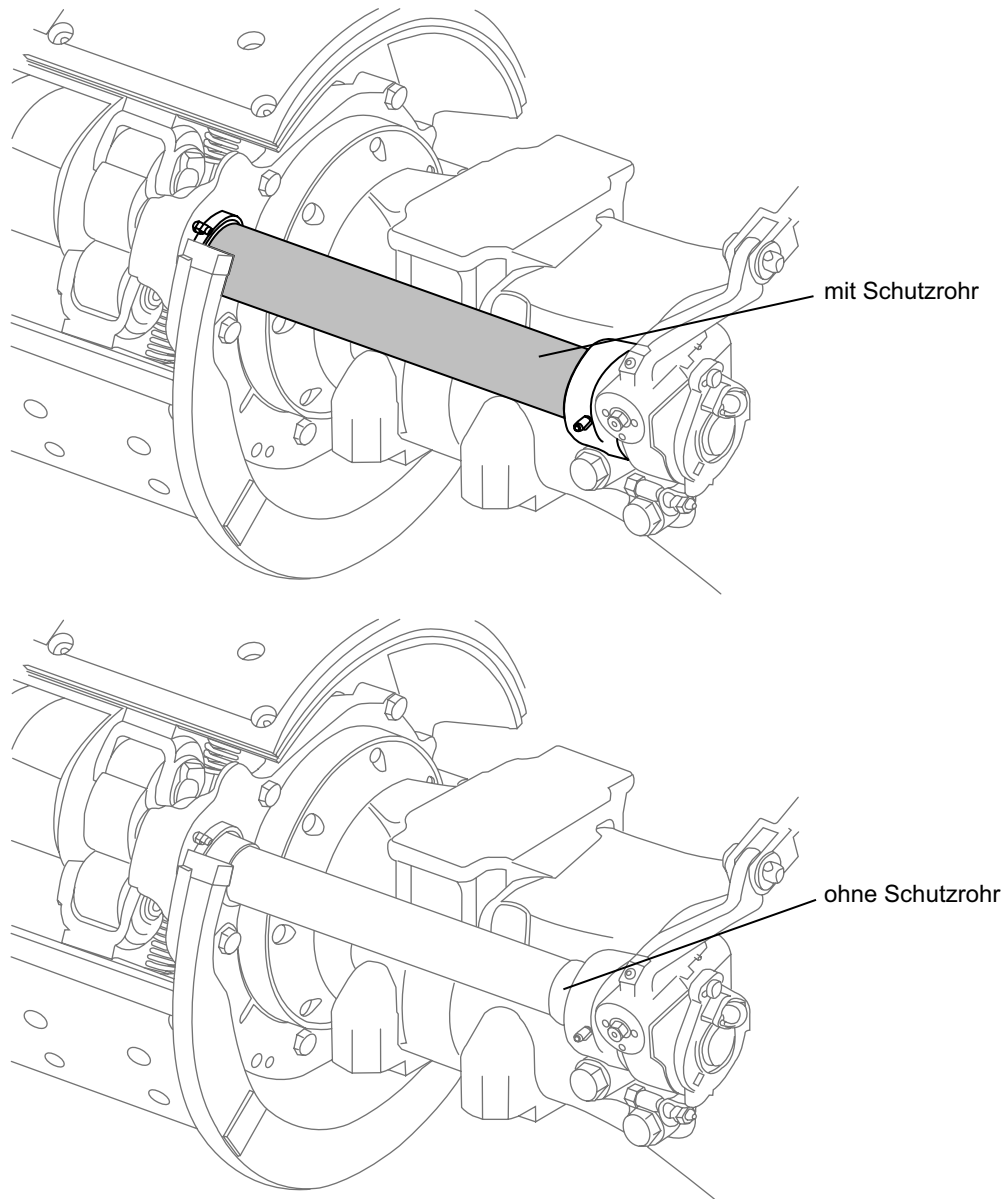
#### Bei Anbau einer Zentralschmieranlage:

Schmierung nicht an die wartungsarmen Bremsnockenwellen trommelgebremster Antriebsachsen anschließen.

Trommelgebremste Antriebsachsen befinden in Allradfahrzeugen und in Fahrzeugen mittelhoher Bauart (Außenplanetenachsen).

Wartungsarme Bremsnockenwellen sind am Schutzrohr erkennbar, siehe Bild 8. Die Schmierung darf nur alle 4 Jahre mit speziellem Hochtemperaturfett nach MAN Norm 284 vorgenommen werden.

**Bild 8:** Schutzrohr der wartungsarmen Bremsnockenwelle ESC-481



**Kontroll-/Einstellarbeiten, die vom Aufbauhersteller vor bzw. nach erfolgter Aufbaumontage vorgenommen werden müssen:**

- Vor der Aufbaumontage sind MAN mitgelieferte und auf dem Fahrgestellrahmen montierte Dachspoiler auf dem Fahrerhausdach zu befestigen.
- Scheinwerfergrundeinstellung, siehe auch Abschnitt 6.6 in diesem Heft
- Batterieladung nach Ladekalender prüfen, Batterieladekarte abzeichnen, siehe auch Kapitel 6 ‚Elektrik, Elektronik, Leitungen‘
- Unterfahrschutz hinten auf gesetzliche Vorschriftsmäßigkeit prüfen.
- Seitliche Schutzvorrichtung auf gesetzliche Vorschriftsmäßigkeit prüfen (Maße siehe Kapitel 4 ‚Fahrgestelle ändern‘) und ggf. einstellen.
- Digitalen Tachograf ‚DTCO‘ nach dem Aufbau kalibrieren, und die Angaben für das amtliche Kennzeichen und das Zulassungsland ergänzen. Bei neuen Tachografen sind seit April 2011 die Daten für das amtliche Kennzeichen und das Zulassungsland ohne Veränderung der Kalibrierdaten auch mit der Unternehmervkarte einzugeben.

### 3.8 Hinweise zum MAN Hydrodrive®

Der MAN Hydrodrive® ist ein hydrostatischer Vorderachsantrieb mittels Radnabenmotoren. Er ist zuschaltbar und wirkt im Bereich zwischen 0 und 28 km/h. Fahrzeuge mit Hydrodrive® gelten zulassungsrechtlich als Geländefahrzeuge im Sinn der Richtlinien 70/156 EWG (zuletzt geändert durch 2005/64/EG und 2005/66/EG). Der Hydraulikkreislauf des Hydrodrive® ist ausschließlich für den geregelten Antrieb der Vorderachse freigegeben, er darf nicht zur Speisung weiterer Hydrauliken verwendet werden.

Bei Kippsattel-Aufbauten und anderen Aufbauten bei denen die Gefahr besteht, dass Ladegut in den Bereich des Ölkühlers fällt ist eine Ölkühlerabdeckung vorzusehen. Diese ist unter dem Titel „Schutzabdeckung für Kühler/Lüfter bei HydroDrive®“ ab Werk erhältlich, aber auch nachrüstbar (Einbau Nr. 81.36000.8134).

## 4. Fahrgestelle ändern

Um das vom Kunden gewünschte Produkt darstellen zu können sind u.U. zusätzliche Komponenten ein-, an- oder umzubauen. Wegen der Baugleichheit und Wartung empfehlen wir die Verwendung von Original-MAN-Komponenten, sofern dies mit der konstruktiven Auslegung vereinbar ist. Um den Wartungsaufwand möglichst gering zu halten, empfehlen wir die Verwendung von solchen Komponenten, die gleiche Wartungsintervalle aufweisen wie das MAN-Fahrgestell. Alle sicherheitsrelevanten Komponenten der Rad-/Achsführungen, der Lenkung und der Bremsen dürfen nicht modifiziert werden. Vorhandene Stabilisatoren nicht entfernen oder modifizieren. Der Ein- oder Umbau von Komponenten bedingt oft Eingriffe in den CAN-Verbund der Steuergeräte (z.B. Erweiterung des elektronischen Bremssystems EBS). Notwendige Änderungen bzw. Erweiterungen der Fahrzeugprogrammierung sind in diesen Richtlinien beim jeweiligen Thema angegeben. Diese Änderungen können nur mit Hilfe der Elektronikspezialisten der MAN-Servicestellen und der Freigabe der Programme durch MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) erfolgen. Nachgerüstete Systeme werden unter Umständen nicht in die fahrzeugeigenen Trucknology®-Systeme „Zeitwartungssystem“ bzw. „Flexibles Wartungssystem“ aufgenommen. Aus diesen Gründen kann bei nachgerüsteten Originalteilen nicht mit demselben Wartungskomfort, wie bei der Erstausrüstung gerechnet werden.

### 4.1 Rahmenwerkstoffe

Bei Änderungen an den Längs- und Querträgern des Fahrgestells ist ausschließlich die Verwendung des Original-Rahmenwerkstoffs S500MC (QStE 500TM) zugelassen.

Ausnahmen: Bei Profil 33 und 42 ist der Rahmen in S420MC = QStE420TM ausgeführt.  
Bei Profil 43 ist der Rahmen in LNE500 nach brasilianischer Norm NBR 6656:2008 ausgeführt.

**Tabelle 13:** Stahlwerkstoffe für TGS/TGX-Rahmen

| Werkstoffnummer | alte Werkstoffbezeichnung | Norm alt | $\sigma_{0,2}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $\sigma_B$<br>N/mm <sup>2</sup> | neue Werkstoffbezeichnung | Norm neu       | Profilnummern nach Tabelle 14 |
|-----------------|---------------------------|----------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|----------------|-------------------------------|
| 1.0980          | QStE420TM                 | SEW 092  | ≥ 420                               | 480-620                         | S420MC                    | DIN EN 10149-2 | 33 42                         |
| 1.0984          | QStE500TM                 | SEW 092  | ≥ 500                               | 550-700                         | S500MC                    | DIN EN 10149-2 | 31 32 34                      |
|                 |                           |          | 500                                 | 560-700                         | LNE500                    | NBR 6656:2008  | 43                            |

Für Hilfsrahmenlängs- und -querträger sind Stahlwerkstoffe mit einer Streckgrenze von  $\sigma_{0,2} \geq 350$  N/mm<sup>2</sup> zu verwenden, weitere Angaben zu Hilfsrahmen siehe Kapitel Hilfsrahmen 5.3.3. Typbezogen werden - folgende Rahmenlängsträgerprofile verwendet.

**Bild 9:** Profildaten der Rahmenlängsträger ESC-112

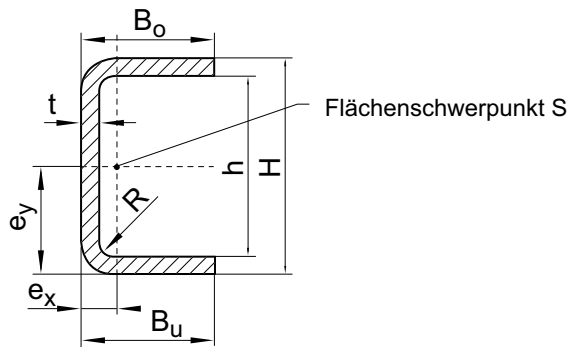


**Tabelle 14:** Profildaten der Rahmenlängsträger

| Nr.              | H<br>mm | h<br>mm | B <sub>o</sub><br>mm | B <sub>u</sub><br>mm | t<br>mm | R<br>mm | G<br>kg/m | $\sigma_{0,2}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $\sigma_B$<br>N/mm <sup>2</sup> | A<br>mm <sup>2</sup> | e <sub>x</sub><br>mm | e <sub>y</sub><br>mm | I <sub>x</sub><br>cm <sup>4</sup> | W <sub>x1</sub><br>cm <sup>3</sup> | W <sub>x2</sub><br>cm <sup>3</sup> | I <sub>y</sub><br>cm <sup>4</sup> | W <sub>y1</sub><br>cm <sup>3</sup> | W <sub>y2</sub><br>cm <sup>3</sup> |
|------------------|---------|---------|----------------------|----------------------|---------|---------|-----------|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 31               | 270     | 254     | 85                   | 85                   | 8       | 10      | 26        | 500                                 | 550..700                        | 3296                 | 20                   | 135                  | 3255                              | 241                                | 241                                | 201                               | 101                                | 31                                 |
| 32               | 270     | 251     | 85                   | 85                   | 9,5     | 10      | 30        | 500                                 | 550..700                        | 3879                 | 21                   | 135                  | 3779                              | 280                                | 280                                | 232                               | 110                                | 36                                 |
| 33               | 334     | 314     | 85                   | 85                   | 10      | 10      | 37        | 420                                 | 480..620                        | 4711                 | 19                   | 167                  | 6691                              | 401                                | 401                                | 257                               | 135                                | 39                                 |
| 34               | 270     | 256     | 85                   | 85                   | 6,8     | 10      | 22        | 500                                 | 550..700                        | 2821                 | 19                   | 135                  | 2816                              | 209                                | 209                                | 174                               | 92                                 | 26                                 |
| 43 <sup>1)</sup> | 270     | 254     | 85                   | 85                   | 8       | 10      | 26        | 500                                 | 560..700                        | 3296                 | 20                   | 135                  | 3255                              | 241                                | 241                                | 201                               | 201                                | 31                                 |
| 45               | 270     | 251     | 85                   | 85                   | 9,5     | 10      | 30        | 500                                 | 560..700                        | 3879                 | 21                   | 135                  | 3779                              | 280                                | 280                                | 232                               | 110                                | 36                                 |

1) 500 nach brasilianischer Norm NBR 6656:2008, für TGX in Lateinamerika (Stand 03 2010: CKD Typen 28X.88X).

Tabelle 15 gibt die grundsätzliche typbezogene Verwendung der Rahmenlängsträger in Beispielen zum Stand der Veröffentlichung wieder.

Sie ist nach Tonnageklasse aufsteigend sortiert und erhebt keinen Anspruch auf Aktualität und Vollständigkeit.  
Welches Rahmenlängsträgerprofil verwendet wird, beschreibt aktuell und verbindlich:

- die Fahrgestellzeichnung
- das technische Datenblatt

des jeweiligen Fahrzeugs, siehe [www.manted.de](http://www.manted.de) im Bereich „Fahrgestelle“.

**Tabelle 15:** Typbezogene Verwendung der Rahmenlängsträgerprofile

| Tonnage | Typ |     | Fahrzeug       |       |        | Radstand | Profilnummer |
|---------|-----|-----|----------------|-------|--------|----------|--------------|
|         | TGS | TGX |                |       |        |          |              |
| 18 t    | 03S |     | TGS 18.xxx     | 4x2   | BB     |          | 31           |
|         |     | 05X | TGX 18.xxx     |       | BLS-EL |          |              |
|         | 06S | 06X | TGS/TGX 18.xxx |       | BLS    |          |              |
|         | 08S |     | TGS 18.xxx     |       | BL     |          |              |
|         | 10S | 10X | TGS/TGX 18.xxx |       | BLS-TS |          | 34           |
|         | 13S | 13X |                |       | LL     |          | 31           |
|         | 15S | 15X |                |       | LLS    |          | 31, 42       |
|         |     |     |                |       | LLS-U  |          | 31           |
|         | 22S | 22X |                |       | LL-U   |          |              |
|         |     |     | 4x4 H          | BL    |        |          |              |
|         |     |     |                | BLS   |        |          |              |
|         | 52S |     | TGS 18.xxx     | 4x4   | BBS    |          |              |
|         | 52W |     |                |       | BB     |          |              |
|         |     |     |                |       | BB-WW  |          |              |
|         |     | 78X | TGX 18.xxx     | 4x2   | BLS    |          |              |
|         | 80S |     | TGS 18.xxx     | 4x4   | BL     |          |              |
|         | 80S |     |                |       | BLS    |          |              |
| 24 t    | 24S | 24X | TGS/TGX 24.xxx | 6x2/2 | BLS    |          | 31           |
|         | 45S | 45X |                |       | LL-U   |          | 31           |

| Tonnage | Typ     |           | Fahrzeug       |         |                | Radstand  | Profilnummer |    |    |    |
|---------|---------|-----------|----------------|---------|----------------|-----------|--------------|----|----|----|
|         | TGS     | TGX       |                |         |                |           |              |    |    |    |
| 26 t    | 18S     | 18X       | TGS/TGX 26.xxx | 6x2-2   | BLS            |           | 31           |    |    |    |
|         |         |           |                |         | BL             |           |              |    |    |    |
|         | 18W     |           | TGS 26.xxx     |         | BL-WW          |           |              |    |    |    |
|         |         |           |                |         | BLS-WW         |           |              |    |    |    |
|         | 21S     | 21X       | TGS/TGX 26.xxx |         | LL             |           |              |    |    |    |
|         |         |           |                |         | LLS            |           |              |    |    |    |
|         | 24S     |           | TGS 26.xxx     | 6x2/4   | BL             |           |              |    |    |    |
|         |         | 24X       | TGS/TGX 26.xxx | 6x2/2   | BLS            |           |              |    |    |    |
|         |         |           | TGX 26.xxx     | 6x2/4   |                |           |              |    |    |    |
|         | 26S     | 26X       | TGS/TGX 26.xxx | 6x4     | BBS            |           |              |    |    |    |
|         |         |           |                |         | BB             | ≤ 3900 mm |              |    |    |    |
|         |         | > 3900 mm |                |         | 32             |           |              |    |    |    |
|         | 30S     | 30X       |                |         |                | BL        |              |    |    | 31 |
|         |         |           |                |         |                | BLS       |              |    |    |    |
|         | 30W     |           |                |         | TGS 26.xxx     | BLS-WW    |              |    |    |    |
|         | 35S     | 42X       | TGS/TGX 26.xxx | 6x4 H-2 | BL             |           |              |    |    |    |
|         |         |           |                |         | BLS            |           |              |    |    |    |
|         | 6x4 H/2 |           |                | BLS     |                |           |              |    |    |    |
|         |         |           |                | 6x4 H/4 | BLS            |           |              |    |    |    |
|         |         |           |                |         | BL             |           |              |    |    |    |
|         | 70S     |           |                |         | TGS/TGX 26.xxx | 6x6 H     |              | BL |    |    |
|         |         |           |                | BLS     |                |           |              |    |    |    |
|         | 78W     |           | TGS 26.xxx     | 6x4     | BL-WW-CKD      |           |              |    |    |    |
|         |         |           |                |         | BLS-WW-CKD     |           |              |    |    |    |
|         | 82S     |           |                | 6x6     | BL             |           |              |    |    |    |
|         |         |           |                |         | BLS            |           |              |    |    |    |
|         | BB      |           |                |         | ≤ 3900 mm      |           |              |    |    |    |
|         |         |           |                |         | > 3900 mm      |           |              |    | 32 |    |
| 56S     | BBS     |           |                |         |                |           | 31           |    |    |    |

| Tonnage | Typ |     | Fahrzeug       |         |            | Radstand  | Profilnummer |           |           |
|---------|-----|-----|----------------|---------|------------|-----------|--------------|-----------|-----------|
|         | TGS | TGX |                |         |            |           |              |           |           |
| 28t     | 19W |     | TGS 28.xxx     | 6x2-2   | BL-WW      |           | 31           |           |           |
|         |     |     |                |         | BLS-WW     |           |              |           |           |
|         |     | 28X | TGX 28.xxx     | 6x4     | BBS-CKD    |           | 43, 45       |           |           |
|         | 71S |     | TGS 28.xxx     | 6x4 H-4 | BL         |           | 31           |           |           |
|         | 73W |     |                | 6x2-2   | BLS-WW-CKD |           |              |           |           |
|         | 74S |     |                |         | BL-WW-CKD  |           |              |           |           |
|         |     | 88X | TGX 28.xxx     | 6x2-4   | BL         |           | 45           |           |           |
|         | 89S |     | TGS 28.xxx     |         | 6x2-2      |           | BL           | 31        |           |
|         | 84S |     |                |         |            |           | BLS          |           |           |
|         |     | 89X | TGX 28.xxx     | 6x2-2   |            |           |              |           |           |
|         |     |     | BLS            |         |            |           |              |           |           |
| 33t     | 26S | 26X | TGS/TGX 33.xxx | 6x4     | BBS        |           | 31           |           |           |
|         |     |     |                |         | BB         |           |              | ≤ 3900 mm |           |
|         |     |     |                |         |            |           |              | > 3900 mm | 32        |
|         | 26W |     | TGS 33.xxx     |         | 6x4        | BB-WW     | ≤ 3900 mm    | 31        |           |
|         |     |     |                |         |            |           | ≥ 3900 mm    | 32        |           |
|         | 30S | 30X | TGS/TGX 33.xxx | BBS-WW  |            |           | 31           |           |           |
|         |     |     |                |         |            |           |              | BL        |           |
|         |     |     |                |         |            |           |              | BLS       |           |
|         | 30W |     | TGS 33.xxx     | BLS-WW  |            |           |              |           |           |
|         | 47S |     |                | 6x6 H   | BB         |           |              |           |           |
|         | BBS |     |                |         |            |           |              |           |           |
|         | 56W |     | TGS 33.xxx     | 6x6     | BBS-WW     |           |              |           |           |
|         |     |     |                |         | BB-WW      |           |              |           |           |
|         |     |     |                |         | BBS-WW-CKD |           |              |           |           |
|         | 76W | 79X | TGX 33         | 6x4     | BB-WW-CKD  | ≤ 3900 mm | 32           |           |           |
|         |     |     |                |         |            |           |              | ≥ 3900 mm |           |
|         |     |     |                |         |            |           |              | BLS       | 31        |
|         |     |     |                |         | BL         |           |              |           |           |
|         | 82S |     | TGS 33.xxx     | 6x6     | BL         | ≤ 4200 mm | 32           |           |           |
|         |     |     |                |         |            |           |              |           | ≥ 4200 mm |
|         |     |     |                |         |            |           |              | BLS       |           |
|         |     | 56S |                |         |            | BB        | ≤ 3900 mm    | 31        |           |
|         |     |     |                |         |            |           | > 3900 mm    | 32        |           |
|         |     |     |                |         |            |           |              |           |           |
|         |     |     |                |         |            | BBS       |              | 31        |           |

| Tonnage | Typ |     | Fahrzeug       |         |           | Radstand | Profilnummer |
|---------|-----|-----|----------------|---------|-----------|----------|--------------|
|         | TGS | TGX |                |         |           |          |              |
| 35 t    | 37S |     | TGS 35.xxx     | 8x4     | BB        |          | 31           |
|         | 41S |     |                |         | BL        |          |              |
|         | 59S |     |                | 8x6     | BL        |          |              |
|         | 60W |     |                | 8x8     | BB-WW     |          |              |
|         | 73S |     |                | 8x4 H-6 | BL        |          |              |
|         | 90S |     |                | 8x2-4   | BL        |          |              |
|         | 92S | 92X | TGS/TGX 35.xxx | 8x4-4   |           |          |              |
|         | 93S |     | TGS 35.xxx     | 8x6     | BB        |          |              |
|         | 96S |     |                |         |           |          |              |
| 37 t    | 39S |     | TGS 37.xxx     | 8x4     | BB        |          | 31           |
| 40 t    | 34W |     | TGS 40.xxx     | 6x4     | BB-WW     |          | 32           |
|         | 34W |     |                |         | BBS-WW    |          |              |
|         | 58S |     |                | 6x6     | BBS       |          |              |
|         | 58S |     |                |         | BB        |          |              |
|         | 58W |     |                |         | BB-WW     |          |              |
|         | 58W |     |                |         | BBS-WW    |          |              |
|         | 77W |     |                | 6x4     | BB-WW-CKD |          |              |
| 41 t    | 39S |     | TGS 41.xxx     | 8x4     | BB        |          | 32           |
|         | 39W |     |                |         | BB-WW     |          |              |
|         | 60W |     |                | 8x8     | BB-WW     |          |              |
|         | 79W |     |                | 8x4     | BB-WW-CKD |          |              |
|         |     | 86X | TGX 41.xxx     | 8x4/4   | BBS       |          | 33           |
|         |     | 87X |                | 8x4/4   | BLS       |          |              |
|         | 93S |     | TGS 41.xxx     | 8x6     | BB        |          | 32           |
|         |     | 94X | TGX 41.xxx     | 8x4/4   | BBS       |          | 33           |
|         |     | 95X |                | 8x4/4   | BLS       |          |              |
|         | 96S |     | TGS 41.xxx     | 8x8     | BB        |          | 32           |

#### 4.1.1 Hilfsrahmenwerkstoff

Die Werkstoffe S235JR (St37-2) und S260NC (QStE260N) sind aus Festigkeitsgründen nur bedingt geeignet. Sie sind deshalb nur für Hilfsrahmenlängs- und -querträger zugelassen, die aus dem Aufbau lediglich mit Streckenlasten belastet werden.

Treten Punktlasten auf oder sind Aggregate mit lokaler Krafteinleitung anzubauen wie z.B. Ladebordwände, Kräne, Seilwinden, dann sind in jedem Fall Stahlwerkstoffe mit einer Streckgrenze von  $\sigma_{0,2} > 350 \text{ N/mm}^2$  erforderlich.

## 4.2 Korrosionsschutz

Der Oberflächen- und Korrosionsschutz beeinflusst Lebensdauer und Aussehen des Produkts.

Die Beschichtungsqualität von Aufbauten sollte daher generell dem Niveau des Fahrgestells entsprechen.

Zur Sicherstellung dieser Forderung ist für Aufbauten, welche von MAN in Auftrag gegeben werden,

die **MAN-Werknorm M 3297 „Korrosionsschutz und Beschichtungssysteme für Fremdaufbauten“**

verbindlich anzuwenden. Beauftragt der Kunde den Aufbau, gilt sie als Empfehlung, wobei Nichteinhaltung Gewährleistung durch MAN für die Folgen ausschließt. Bezugsmöglichkeit für MAN-Werknormen besteht über [www.normen.man-nutzfahrzeuge.de](http://www.normen.man-nutzfahrzeuge.de), Registrierung erforderlich. Korrosionsschutz beim Aufbau siehe auch Kapitel 5.2.

MAN-Fahrgestelle werden in der Serienproduktion mit umweltfreundlichem 2K-Chassisdecklack auf Wasserbasis bei Trocknungstemperaturen bis ca. 80°C beschichtet. Zur Gewährleistung einer gleichwertigen Beschichtung wird bei allen Metallbaugruppen des Aufbaus und des Hilfsrahmens folgender Beschichtungs Aufbau vorausgesetzt:

- metallisch blanke bzw. gestrahlte (SA 2,5) Bauteiloberfläche
- Grundierung: 2K-EP-Haftgrund, zugelassen nach MAN-Werknorm M 3162-C oder - falls möglich - KTL nach MAN-Werknorm M 3078-2 mit Zinkphosphat-Vorbehandlung
- Decklack: 2K-Decklack nach MAN-Werknorm M 3094 vorzugsweise auf Wasserbasis; falls Einrichtungen hierfür fehlen, auch auf Lösemittelbasis ([www.normen.man-nutzfahrzeuge.de](http://www.normen.man-nutzfahrzeuge.de), Registrierung erforderlich).

Der Spielraum für Trocknungs- bzw. Aushärtungszeiten und -temperaturen ist den jeweiligen

Datenblättern des Lackherstellers zu entnehmen. Bei der Auswahl und Kombination unterschiedlicher Metallwerkstoffe (z.B. Aluminium und Stahl) ist die Auswirkung der elektrochemischen Spannungsreihe auf Korrosionserscheinungen an den Grenzflächen zu berücksichtigen (Isolierung).

Die Verträglichkeit der Werkstoffe ist zu berücksichtigen; z.B. die elektrochemische Spannungsreihe (Ursache von Kontaktkorrosion).

Nach allen Arbeiten am Fahrgestell:

- Bohrspäne entfernen
- Kanten entgraten
- Hohlräume mit Wachs konservieren.

Mechanische Verbindungselemente (z.B. Schrauben, Muttern, Scheiben, Bolzen) die nicht überlackiert werden, sind optimal gegen Korrosion zu schützen. Zur Vermeidung von Korrosion durch Salzeinwirkung während Standzeiten in der Aufbauphase, sind alle Fahrgestelle nach der Ankunft beim Aufbauhersteller mit Klarwasser von Salzurückständen zu befreien.

## 4.3 Bohrungen, Niet- und Schraubverbindungen am Rahmen

Nach Möglichkeit sind bereits im Rahmen vorhandene Bohrungen zu verwenden. In die Flansche der Rahmenlängsträgerprofile, also in die Ober- und Untergurte, darf nicht gebohrt werden (siehe Bild 10). Eine Ausnahme hiervon bildet nur das hintere Rahmenende, außerhalb des Bereiches aller für die tragende Funktion der letzten Achse dienlichen und am Rahmen angebrachten Teile (siehe Bild 11). Dies gilt auch für den Hilfsrahmen.

**Bild 10:** Rahmenbohrungen in Ober- und Untergurt ESC-155

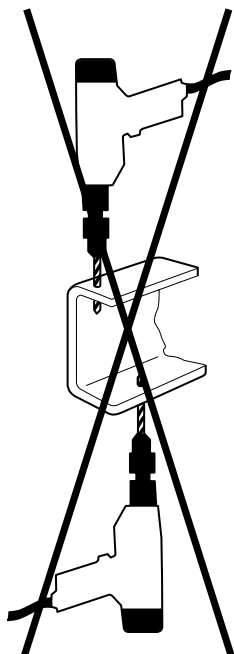
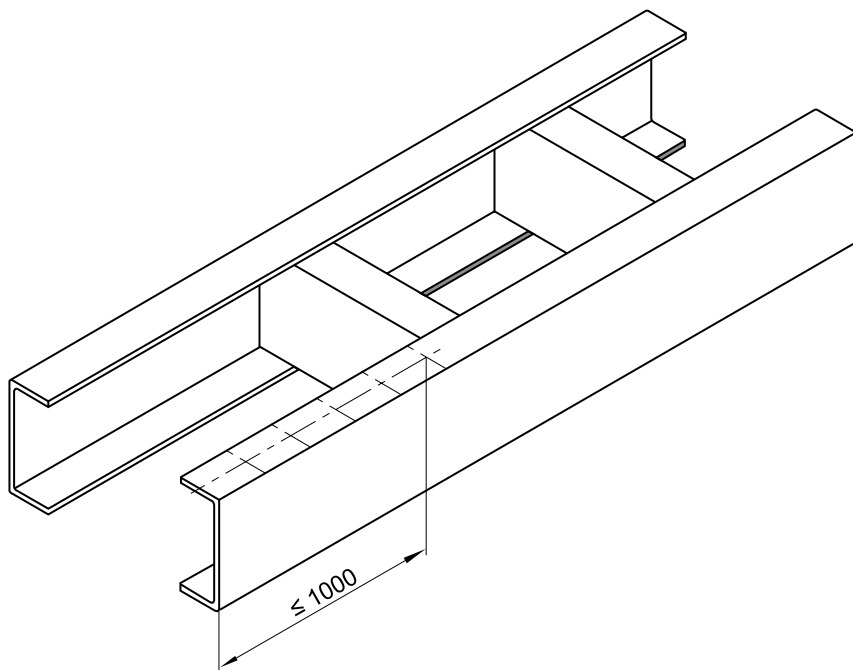
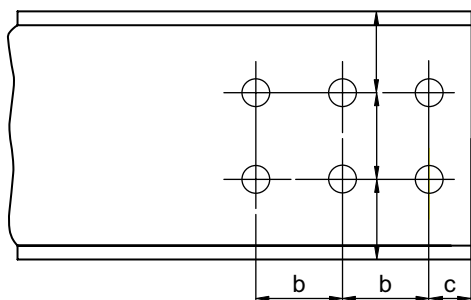
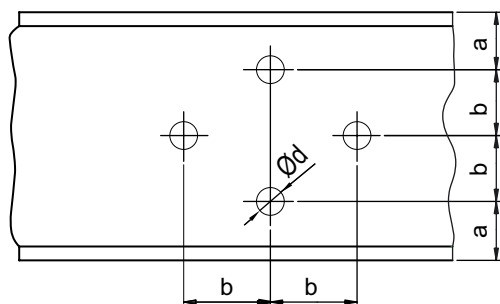


**Bild 11:** Bohrungen am Rahmenende ESC-032



Rahmenbohrungen sind auf ganzer nutzbarer Rahmenlänge möglich.  
Die Einhaltung der zulässigen Bohrungsabstände nach Bild 12 ist jedoch Voraussetzung.  
Nach dem Bohren alle Bohrungen reiben und entgraten.

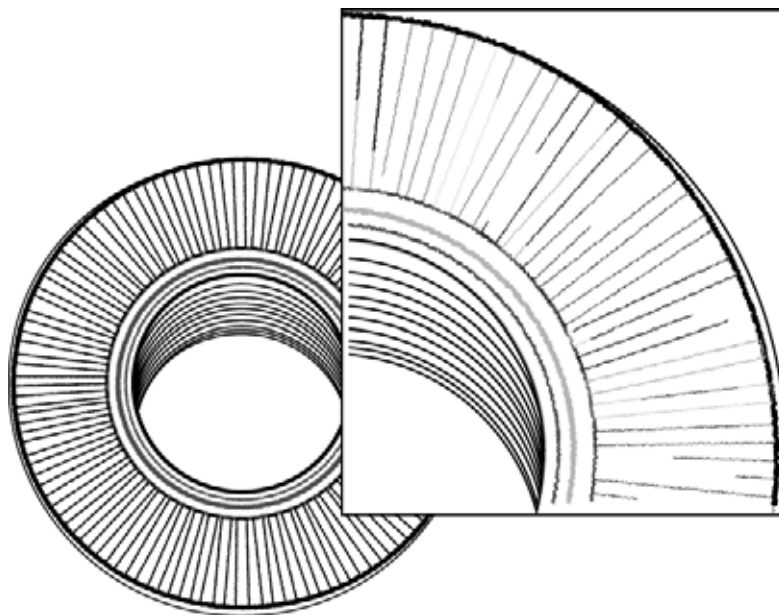
**Bild 12:** Bohrungsabstände ESC-021



$a \geq 40$   
 $b \geq 50$   
 $c \geq 25$   
 TGS/TGX:  $d \leq 16$

Viele Verbindungen von Rahmenteilen und Anbauteilen am Rahmen (z.B. Knotenbleche mit Querträger, Schubleche, Brückenwinkel) sind in der Serie genietet. Werden an diesen Teilen nachträglich Veränderungen vorgenommen, so sind Schraubverbindungen mindestens Festigkeitsklasse 10.9 mit mechanischer Losdrehicherung zulässig. MAN empfiehlt Ripp-Schrauben/-mutter nach MAN-Norm M 7.012.04 (Bezug siehe [www.normen.man-nutzfahrzeuge.de](http://www.normen.man-nutzfahrzeuge.de)). Das Anzugsdrehmoment nach Herstellervorgaben ist einzuhalten. Bei Wiedermontage von Ripp-Schrauben sind an der Anzugsseite neue Schrauben bzw. Muttern zu verwenden. Die Anzugsseite ist durch leichte Spuren an den Rippen im Schrauben- bzw. Mutterflansch zu erkennen (siehe Bild 13).

**Bild 13:** Spurenbild in den Rippen auf der Anzugsseite ESC-216



Alternativ ist auch die Verwendung von hochfesten Nieten (z.B. Huck®-BOM, Schließringbolzen) mit Verarbeitung nach Herstellervorgaben möglich. Die Nietverbindung muss hinsichtlich Ausführung und Festigkeit mindestens der Schraubverbindung entsprechen. Prinzipiell zulässig sind auch Flanschschrauben. MAN weist daraufhin, dass Flanschschrauben hohe Anforderungen an die Montagegenauigkeit stellen, dies gilt insbesondere bei geringen Klemmlängen. Die Verschraubung von homologierten (z.B. Unterfahrschutzeinrichtungen, Verbindungseinrichtungen) oder/und sicherheitsrelevanten Baugruppen (Bremsen, Achsen, Achsführung, Federung) darf ausschließlich mit den jeweiligen MAN-Original-Verbindungsmitteln durchgeführt werden.

## 4.4 Rahmenänderung

### 4.4.1 Schweißen am Rahmen

Schweißarbeiten an Rahmen und Achsaufhängungen die nicht in dieser Aufbaurichtlinie oder den MAN-Reparaturanleitungen beschrieben werden, sind generell unzulässig. An bauartgenehmigungspflichtigen Bauteilen (z.B. Verbindungseinrichtungen, Unterfahrschutz) dürfen Schweißarbeiten nur vom Inhaber der Bauartgenehmigung durchgeführt werden.

Schweißarbeiten an diesen Bauteilen führen zum Erlöschen der Bauartgenehmigung und können schwere Gefahren für die Verkehrssicherheit zur Folge haben! Schweißarbeiten am Fahrgestell bedürfen besonderer Fachkenntnisse, daher muss das ausführende Unternehmen über entsprechend ausgebildetes, geschultes und qualifiziertes Personal verfügen, welches für die erforderlichen Schweißarbeiten eingesetzt wird (z.B. in Deutschland entsprechend DVS Merkblätter 2510 - 2512 „Instandsetzungsschweißen an Nutzfahrzeugen“ und DVS Merkblatt 2518 „Schweißtechnische Kriterien beim Einsatz von Feinkornstählen im Nutzfahrzeugbau/-reparatur“, Bezug über DVS-Verlag). Die Rahmen der MAN-Nutzfahrzeuge sind aus hochfesten Feinkornstählen hergestellt. Schweißarbeiten am Rahmen sind nur mit Verwendung des jeweiligen Original-Rahmenwerkstoffs zulässig, siehe Kapitel 4.1. Der eingesetzte Feinkornstahl ist gut schweißgeeignet. Die Schweißverfahren MAG (Metallaktivgasschweißen) bzw. E (Lichtbogenhandschweißen) gewährleisten beim Einsatz qualifizierter Schweißer hochwertige und dauerhafte Schweißverbindungen.

Schweißzusatzwerkstoffe:

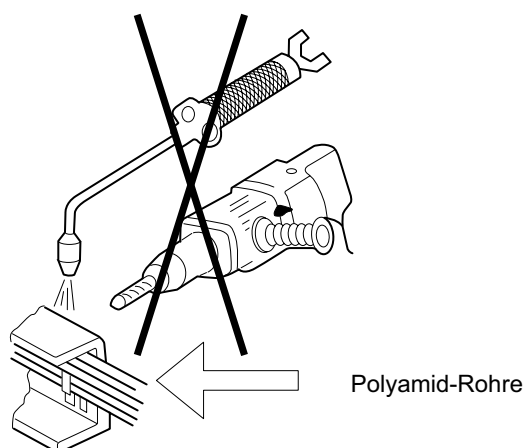
Es muss ein geeigneter Schweißzusatzwerkstoff gewählt werden, der mindestens die Streckgrenze sowie die Zugfestigkeit des zu schweißenden Werkstoffs besitzt.

Eine gründliche Vorbereitung der Schweißstelle ist wichtig für das Gelingen einer qualitativ hochwertigen Verbindung.

Wärmeempfindliche Teile sind zu schützen oder zu demontieren. Die Verbindungsstellen von Schweißteil am Fahrzeug und Masseklemme am Schweißgerät müssen blank sein; daher Farbe, Korrosion, Öl, Fett, Schmutz usw. entfernen.

Die Schweißung ist grundsätzlich mit Gleichstrom auszuführen, auf die Polarität der Elektroden ist zu achten. Leitungen (Elektrik, Luft) in der Nähe der Schweißstelle sind vor Hitzeeinwirkung zu schützen, besser ist, die Leitungen zu entfernen.

**Bild 14:** Schutz wärmeempfindlicher Teile ESC-156



Das Schweißen ist zu unterlassen, wenn die Umgebungstemperatur auf einen Wert unter +5°C sinkt.

Schweißarbeiten sind ohne Einbrandkerben durchzuführen (siehe Kehlnähte Bild 15). Risse in der Schweißnaht sind unzulässig.

Verbindungsnahte an den Längsträgern sind als V- oder X-Nähte in mehreren Lagen auszuführen.

Senkrechte Schweißungen sind als Steignähte auszuführen (von unten nach oben siehe Bild 17).

**Bild 15:** Einbrandkerben ESC-150

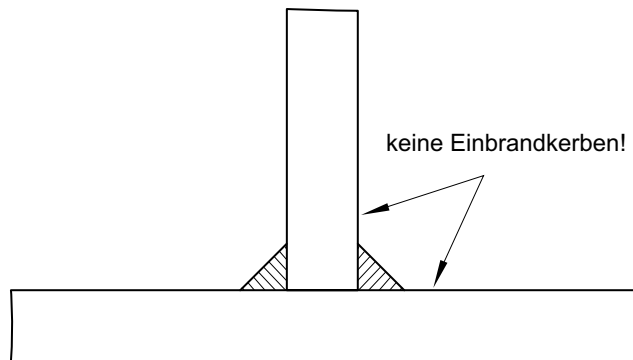


**Bild 16:** Schweißnahtausführung bei X- und Y-Naht ESC-003

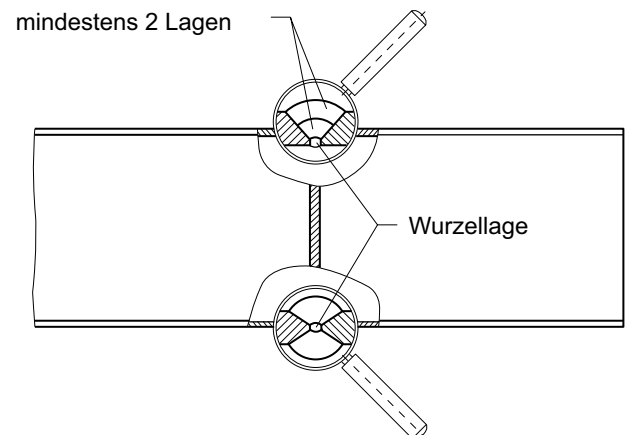
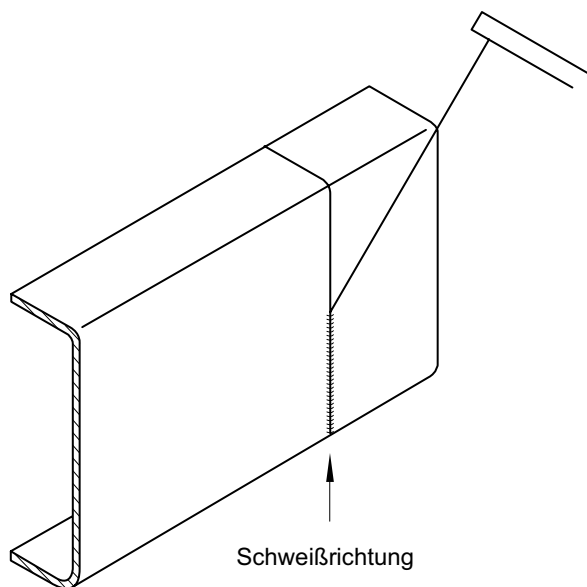


**Bild 17:** Senkrechte Rahmenschweißung ESC-090



Zur Vermeidung von Schäden an elektronischen Baugruppen (z.B. Generator, Radio, FFR, EBS, EDC, ECAS) ist folgende Vorgehensweise einzuhalten:

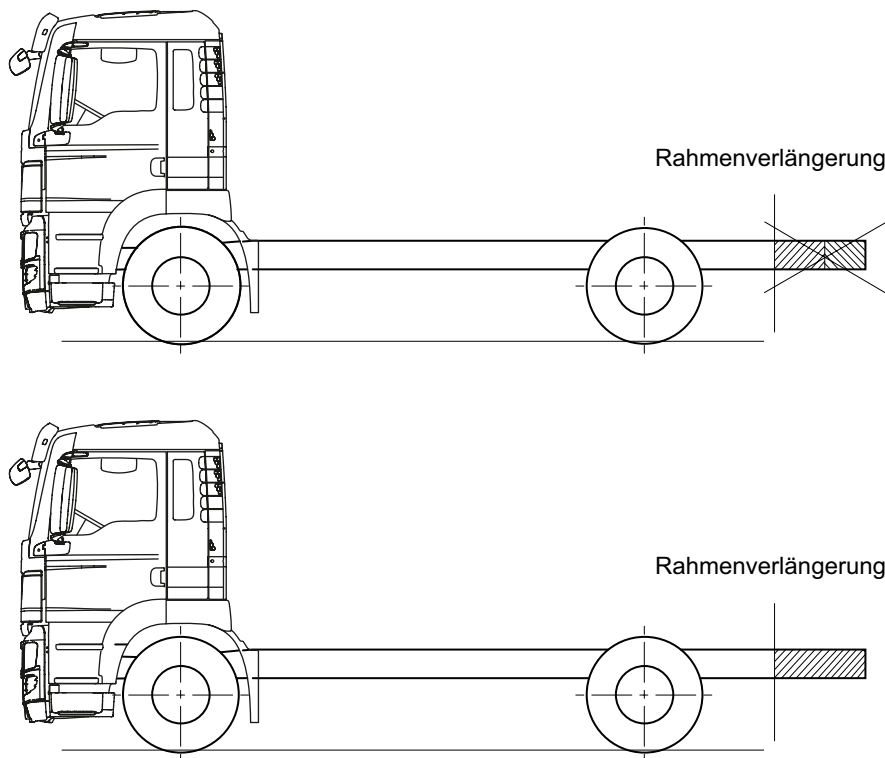
- Minus- und Pluskabel der Batterien abklemmen, lose Enden der Kabel miteinander verbinden (jeweils - mit +)
- Batterie Hauptschalter einschalten (mechanischer Schalter) bzw. elektrischen Batterie Hauptschalter am Magnet überbrücken (Kabel abklemmen und miteinander verbinden)
- Massezange des Schweißgeräts unmittelbar an der zu schweißenden Stelle gut leitend (s.o.) befestigen
- Werden zwei Teile miteinander verschweißt sind sie miteinander gut leitend zu verbinden (z.B. beide Teile mit der Massezange verbinden)

Elektronische Baugruppen müssen nicht abgeklemmt werden sofern die oben genannten Voraussetzungen genau eingehalten werden.

#### 4.4.2 Rahmenüberhang ändern

Aufgrund eines geänderten hinteren Überhangs verschiebt sich der Schwerpunkt für Nutzlast und Aufbau, damit ändern sich die Achslasten. Ob sich dies im zulässigen Bereich bewegt, kann nur eine Achslastberechnung zeigen, die deshalb unerlässlich ist und vor Beginn der Arbeiten durchgeführt werden muss. Rahmenüberhangsverlängerungen sind nur mit Verwendung des jeweiligen Original-Rahmenwerkstoffs zulässig, siehe Kapitel 4.1. Eine Verlängerung mit mehreren Profilstücken ist nicht zulässig.

**Bild 18:** Verlängerung Rahmenüberhang ESC-493



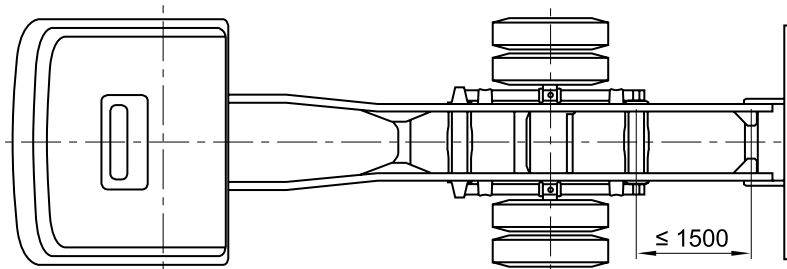
CAN-Kabelstränge dürfen grundsätzlich nicht geschnitten und verlängert werden.

Für Rahmenverlängerungen gibt es bei MAN vorbereitete Kabelstränge für Schlussleuchten, Zusatzschlussleuchten, Anhängersteckdosen, Seitenmarkierungsleuchten und ABS-Kabel. Eine detaillierte Beschreibung der Vorgehensweise ist im Heft 'Schnittstellen TG'.

Ist an Fahrzeugen mit kurzer Überhanglänge eine Verlängerung beabsichtigt, dann ist der vorhandene Querträger zwischen den hinteren Hinterfederböcken an Ort und Stelle zu belassen.

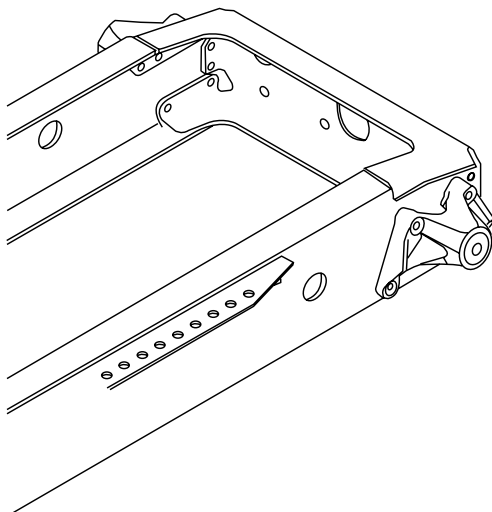
Ein zusätzlicher Rahmenquerträger ist unbedingt dann vorzusehen, wenn der Abstand der Querträger mehr als 1.500 mm beträgt (siehe Bild 19). Eine Toleranz von +100 mm ist zulässig. Ein Schlußquerträger muss immer vorhanden sein.

**Bild 19:** Max. Abstand der Rahmenquerträger ESC-092



Wird ein Rahmenüberhang bis zur Achsführung oder Federung gekürzt (z.B. hinterer Federbock, Stabilisatorhalter), müssen dort vorhandene Querträger (in der Regel Rohrquerträger) bleiben oder durch den geeigneten Original-MAN-Schlußquerträger ersetzt werden (siehe Bild 20).

**Bild 20:** Rahmenende einer Sattelzugmaschine ESC-503



#### 4.4.3 Radstandsänderungen

Für jede Radstandsänderung ist eine Herstellerfreigabe erforderlich. Die Anfragemöglichkeit besteht über das Formular „Anforderung von Bestätigungen“, verfügbar auf [www.manted.de](http://www.manted.de) oder über Online-Formular für Bestätigungen. Die damit verbundene Parametrierung des Radstands und falls geändert des Rahmenüberhangs wird zusammen mit der Bestätigung durchgeführt. Aufgrund der technischen Bauvorschriften bezüglich Lenkung (insbesondere 70/311 EWG) sind die Fahrgestelle der Baureihe TGS und TGX je nach Anzahl und Art der Lenkachsen, Radstand, Bereifung, Achslasten und Gesamtgewicht mit unterschiedlichen Lenkrädern (Durchmesser), Lenkgetrieben (Übersetzungsbereich) und Lenkölverrohrung (Kühlspirale) ausgerüstet.

Radstandsänderungen sind grundsätzlich möglich durch:

- Versetzen des Hinterachsaggregates
- Trennen der Rahmenlängsträger und Einfügen bzw. Herausnehmen eines Rahmenabschnittes.

Alle nachfolgenden Hinweise sind zu beachten.

Der neue Radstand darf nicht kürzer als der kürzeste und länger als der längste Serienradstand des gleichen Typs nach Typschlüsselnummer (siehe Kapitel 2.2, Tabelle 6) sein („Typlimit“). Darüber hinausgehende Verkürzungen oder Verlängerungen dürfen nur von MAN Truck & Bus AG oder deren qualifizierten Umbaulieferanten durchgeführt werden.

Der maximale Querträgerabstand auch nach einer Radstandsveränderung beträgt 1.500 mm, eine Toleranz von + 100 mm ist zulässig.

Der Umbau des Gelenkwellenstrangs ist nach diesen Aufbaurichtlinien, siehe Kapitel 4.6.3.1 und den Richtlinien der Gelenkwellenhersteller durchzuführen. Entspricht der neue Radstand einem Serienradstand, dann ist die Gelenkwellen- und Querträgeranordnung wie beim Serienradstand auszuführen.

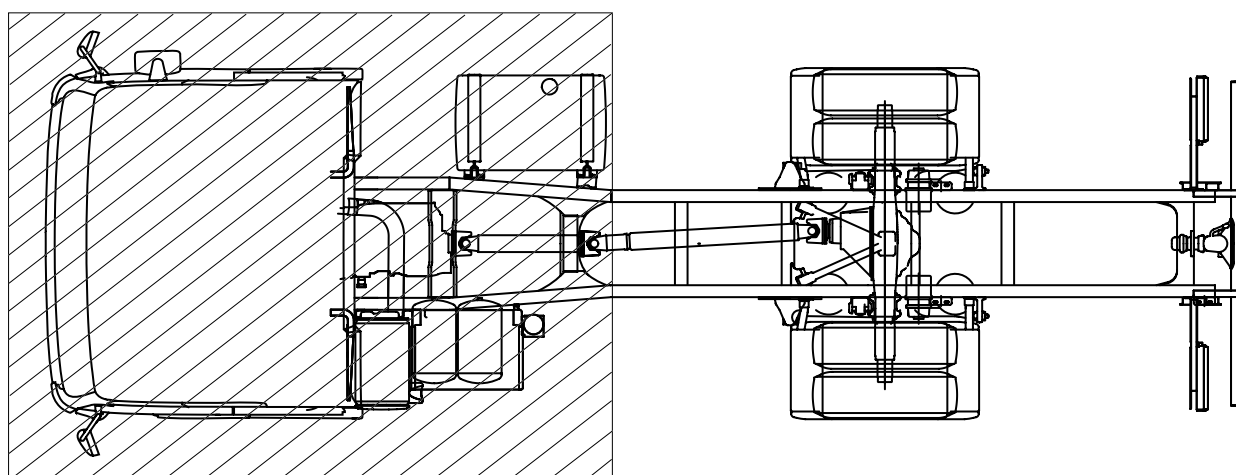
Bezüglich Verlegung von Luft- und Elektroleitungen gilt Kapitel 6 ‚Elektrik, Elektronik, Leitungen‘.

CAN-Kabelstränge dürfen nicht geschnitten werden, deshalb bei Radstandsverkürzungen einen längeren Weg wählen, keine Ringe und keine Schleifen legen. Für Radstandsverlängerungen sind hinterachsbezogene Steuergeräte und Sensoren mit der Achse zu versetzen, deshalb gibt es für alle hinterachsbezogenen Geräte und Sensoren Adapterkabelstränge.

Systematik, Methode und Sachnummern sind im Heft ‚Schnittstellen TG‘ ausführlich beschrieben.

Die Achsführung und Federung (z.B. Federböcke, Längslenkerbefestigung) darf sich nicht im Bereich vor und in der Rahmenkröpfung befinden, ein Mindestabstand von 100 mm zum 2. Rahmenknick wird vorausgesetzt (siehe Bild 21).

**Bild 21:** Verbotene Zone für Hinterachsführung ESC-500



Bei Typen mit hydraulischer Zwangslenkung der Nachlaufachse „ZF-Servocom® RAS“ (z.B. alle 6x2-4) sind an der Nachlaufachse je nach Umfang der Radstandsänderung 1. - 2. Achse Lenkhebel mit anderem Lenkeinschlagswinkel nach Tabelle 16 einzubauen.

**Tabelle 16:** Lenkhebel bei 6x2-4, mit „ZF-Servocom® RAS - Lenkung“ der Nachlaufachse

| Radstand [mm]<br>1. -2. Achse | Lenkhebel<br>Sachnummer | max.Lenkeinschlag<br>Lenkhebel |
|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| $3.900 \leq 4.200$            | 81.46705.0508           | 19°                            |
| $> 4.200 \leq 4.800$          | 81.46705.0004           | 16,5°                          |
| $> 4.800 \leq 5.500$          | 81.46705.0509           | 14,5°                          |
| $> 5.500$                     | 81.46705.0510           | 13,5°                          |

Bei Typen mit elektronisch-hydraulischer Lenkung der Vorlaufachse „ZF-Servocom® RAS-EC“ (alle 6x2/4 und 8x4/4) ist eine Radstandsverlängerung nicht möglich, jedoch eine Radstandskürzung. Änderungen an der Lenkanlage sind unzulässig.

Bei Fahrzeugen mit zwei mechanisch gelenkten Vorderachsen (z.B. 8x4) darf der Versatz von Lenkachsen ausschließlich von MAN-Lieferanten durchgeführt werden.

Radstandskürzungen nach diesen Richtlinien sind bei diesen Typen möglich mit.

#### Versetzen

Die Befestigung der Achsaufhängung, Achsführung und Querträger mit Nieten oder MAN-Ripp-Schrauben entsprechend Abschnitt 4.3 in diesem Kapitel, die dort geforderten Bohrungsabstände sind zu beachten!

#### Schweißen

Die Vorgaben zum Schweißen in diesen Aufbaurichtlinien (siehe Kapitel 4.4.1) sind unbedingt zu beachten.

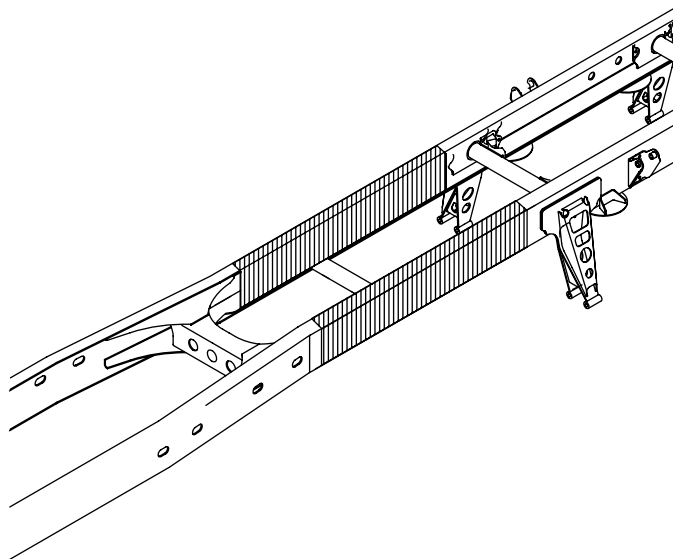
Für einzufügende Rahmenteile z.B. Längsträger, Rahmeneinlagen ist der Original Rahmenwerkstoff zu verwenden, Rahmenwerkstoffe siehe Kapitel 4.1. Es wird empfohlen die Rahmenlängsträger auf 150°C - 200°C vorzuwärmen.

Keine Rahmentrennung darf vorgenommen werden im Bereich der:

- Lasteinleitungsstellen
- Rahmenkröpfung, Mindestabstand 100 mm
- Achsführung und Federung (z.B. Federböcke, Längslenkerbefestigung), Mindestabstand 100mm
- Getriebeaufhängung (auch Verteilergetriebe bei Allradfahrzeugen), Motoraufhängung

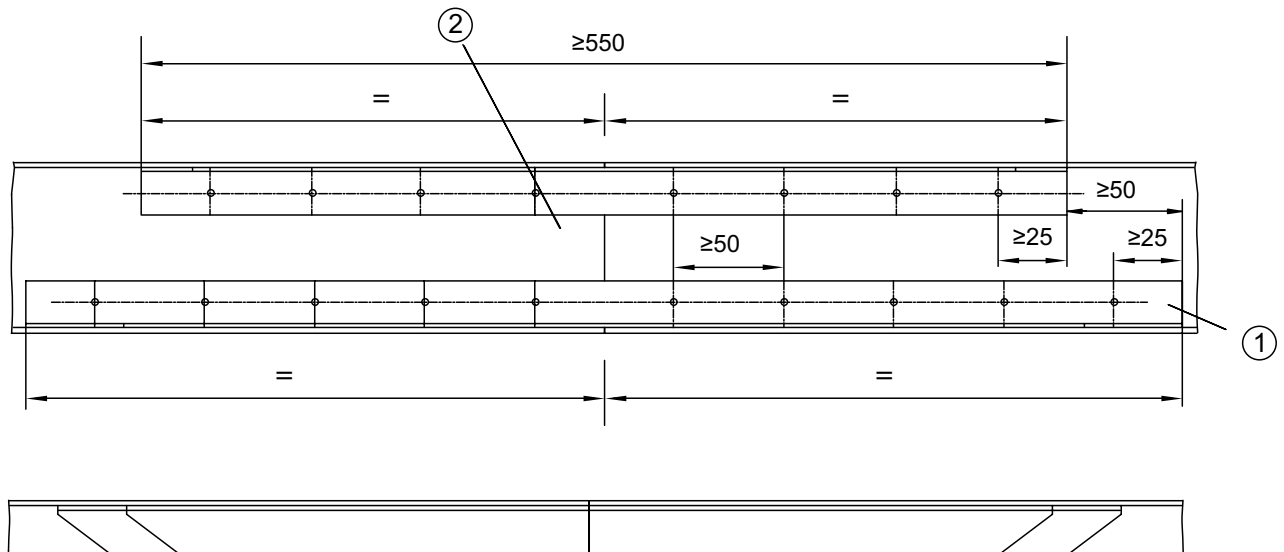
Der zulässige Schweißnahtbereich für Radstandsänderungen liegt hinter der Rahmenkröpfung und vor der vordersten Hinterachsführung. Schweißnähte in Fahrzeuglängsrichtung sind nicht erlaubt! Lage der Schweißnähte (siehe Bild 22).

**Bild 22:** möglicher Schweißbereich ESC-501



Bei Radstandsänderungen durch Trennen der Rahmenlängsträger müssen die Schweißnähte gemäß Bild 23 bzw. Bild 24 mit Einlagen gesichert werden.

**Bild 23:** Einlagen bei Radstandsverkürzung ESC-012



- ① Im Bereich der Winkeleinlagen vorhandene Rahmenbohrungen mitverwenden. Bohrungsabstände  $\geq 50$ , Radabstände  $\geq 25$
- ② Bei anliegenden Teilen Schweißnaht eingeebnet. Schweißnaht nach Bewertungsgruppe BS, DIN 8563, Teil. 3
- ③ Gleichschenklige Profile verwenden. Breite (a) wie Rahmenbreite (b), Toleranz -5mm. Dicke wie Rahmendicke, Toleranz -1mm. Werkstoff min. S355J2G3(St.52-3)

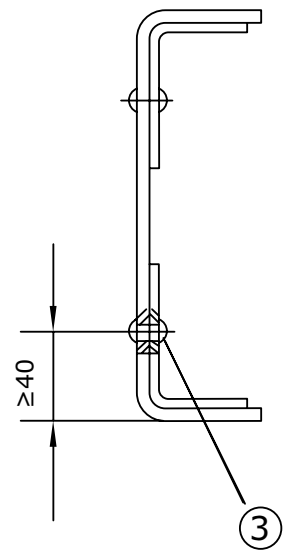
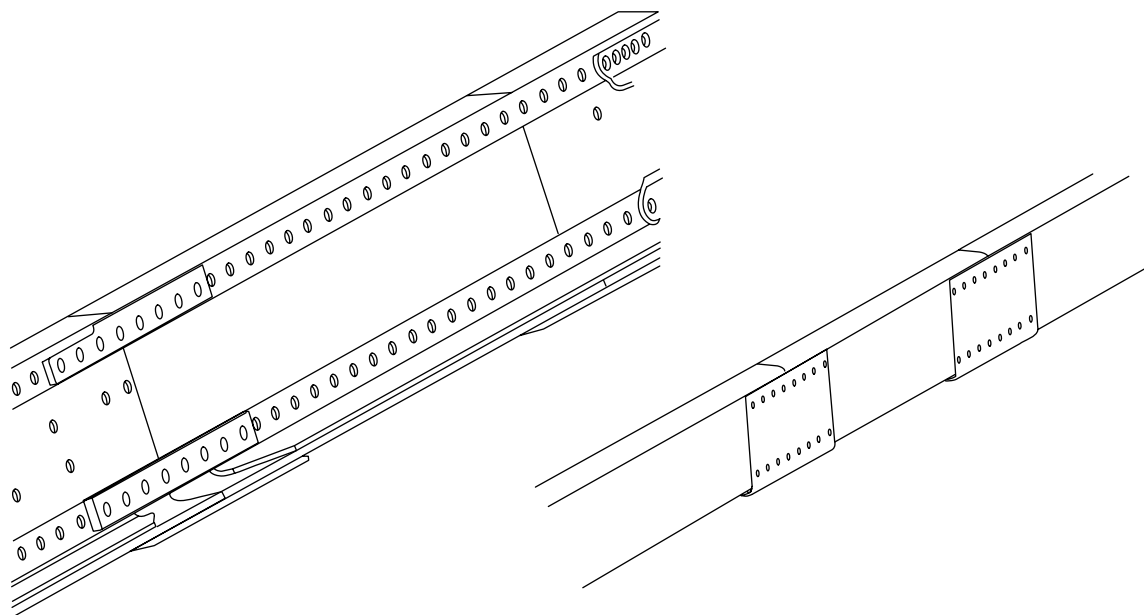


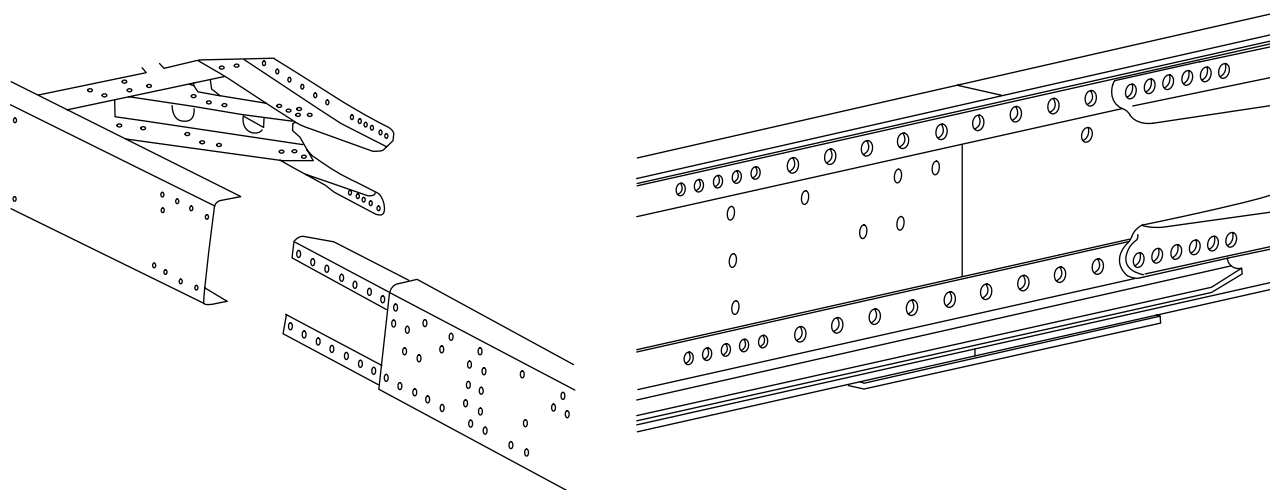


**Bild 25:** Einlagenüberdeckung außen und innen ESC-504



Die Trennstelle von Rahmen und Einlagennaht darf nicht an der Stelle einer Rahmenschweißnaht sein, ein Abstand der Nähte von 100 mm wird vorausgesetzt. Dies ist dann gut möglich, wenn bereits beim Trennen des Rahmens die späteren Lagen der Nahtstellen von Rahmen und Einlagen berücksichtigt wird.

**Bild 26:** Einlagen überstehend außen und innen ESC-505



## 4.5 Nachträglicher Einbau von Zusatzaggregaten, Anbauteilen und Zubehör

Der Hersteller eines Aggregats, Anbau- oder Zubehörteil muss den Einbau mit MAN abstimmen, der nachträgliche Einbau bedingt meist Eingriffe in den CAN-Verbund der Steuergeräte. Dies macht immer auch eine Erweiterung der Fahrzeugparametrierung erforderlich. Nachgerüstete Systeme werden unter Umständen nicht in die fahrzeugeigenen Trucknology®-Systeme „Zeitwartungssystem“ bzw. „Flexibles Wartungssystem“ aufgenommen.

Aus diesen Gründen kann bei nachgerüsteten Originalteilen nicht mit demselben Wartungskomfort, wie bei der Erstausrüstung gerechnet werden. Eine nachträgliche Änderungen bzw. Erweiterung der Parametrierung kann nur mit Hilfe der zuständigen MAN-Servicestelle und der MAN-Freigabe der Programme erfolgen. Deshalb sind Einbauten schon bei Planung der Maßnahme mit MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) abzustimmen.

Dort wird geprüft, ob die geplante Maßnahme durchführbar ist, weshalb zu einem Freigabeverfahren vollständige und prüffähige Unterlagen gehören. MAN übernimmt keinesfalls die Konstruktionsverantwortung oder die Verantwortung über die Folgen für nicht genehmigte nachträgliche Einbauten.

Auflagen in diesen Richtlinien und in Genehmigungen sind einzuhalten. Freigaben, Gutachten und Unbedenklichkeitsbescheinigungen, die durch Dritte erstellt wurden (z.B. Prüfinstitute), bedeuten nicht die automatische Freigabe durch MAN.

MAN kann Freigaben versagen, obwohl durch Dritte die Unbedenklichkeit bescheinigt wurde. Wenn nicht anders vereinbart, bezieht sich eine Freigabe nur auf den Einbau selbst. Eine erfolgte Genehmigung bedeutet nicht, dass MAN das Gesamtsystem hinsichtlich Festigkeit, Fahrverhalten usw. überprüft hat und die Gewährleistung übernimmt. Die Verantwortung hierfür liegt bei der durchführenden Firma. Durch den nachträglichen Einbau von Aggregaten können sich die technischen Daten des Fahrzeugs ändern. Für die Ermittlung und Weitergabe dieser neuen Daten ist der jeweilige Hersteller bzw. Händler/Importeur verantwortlich.

### 4.5.1 Zusätzliche oder größere Kraftstoffbehälter nach Werksauslieferung

Kraftstoff wird je nach Land – auch innerhalb der EU - unterschiedlich hoch besteuert.

Werden nach der Werksauslieferung des Herstellerwerks größere oder zusätzliche Kraftstoffbehälter montiert, unterliegt das zusätzliche Tankvolumen durch einen Grenzübertritt der Mineralölsteuer des Einfuhrgebiets.

Steuerfrei verbraucht werden können nur Kraftstoffe in sogenannten „Hauptbehältern“ (und Kraftstoffe in Reservebehältern bis zur Gesamtmenge von 20 Litern). Hauptbehälter sind die Kraftstoffbehälter mit denen das Fahrzeug ab Werk ausgeliefert wurde, nicht jedoch Kraftstoffbehälter die nachträglich z.B. vom Aufbauhersteller oder von Werkstätten angebaut werden.

## 4.6 Gelenkwellen

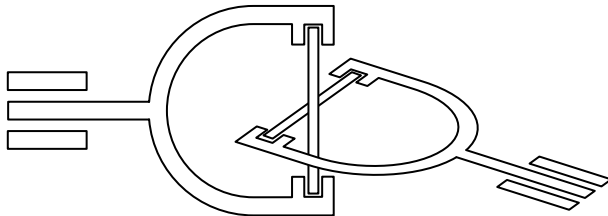
Im Verkehrs- oder Arbeitsbereich von Personen angeordnete Gelenkwellen müssen verkleidet oder verdeckt sein.

Abhängig von der lokalen Gesetzgebung im Einsatzland kann die Montage eines Fangseils oder Fangbügels für die Gelenkwelle erforderlich sein.

### 4.6.1 Einfachgelenk

Wird ein einfaches Kardan-, Kreuz- oder Kugelgelenk (siehe Bild 27) in gebeugtem Zustand gleichförmig gedreht, so ergibt sich an der Abtriebsseite ein ungleichförmiger Bewegungsablauf. Diese Ungleichförmigkeit wird vielfach als Kardanfehler bezeichnet. Der Kardanfehler verursacht sinusähnliche Schwankungen der Drehzahl auf der Abtriebsseite. Die Abtriebswelle eilt der Antriebswelle vor und nach. Entsprechend der Vor- und Nacheilung schwankt trotz konstantem Eingangsdruckmoment und Eingangsleistung das Ausgangsdruckmoment der Gelenkwelle.

**Bild 27:** Einfachgelenk ESC-074



Aufgrund dieser bei jeder Umdrehung zweimal vorhandenen Beschleunigung und Verzögerung kann diese Gelenkwellenbauart und -anordnung nicht für den Anbau an einen Nebenabtrieb zugelassen werden.

Das Einfachgelenk ist nur dann vorstellbar, wenn einwandfrei nachgewiesen wird, dass aufgrund von:

- Massenträgheitsmoment
- Drehzahl
- Beugewinkel

die Schwingungen und Belastungen von untergeordneter Bedeutung sind.

#### 4.6.2 Gelenkwelle mit zwei Gelenken

Die Ungleichförmigkeit des einfachen Gelenks ist durch Verbinden von zwei einfachen Gelenken zu einer Gelenkwelle ausgleichbar. Es gelten jedoch für einen vollkommenen Bewegungsausgleich folgende Bedingungen:

- gleiche Beugewinkel an beiden Gelenken, also  $\beta_1 = \beta_2$
- die beiden inneren Gelenkgabeln müssen in einer Ebene liegen
- An- und Abtriebswelle müssen ebenfalls in einer Ebene liegen, siehe Bild 28 und Bild 29.

Alle drei Bedingungen müssen immer gleichzeitig erfüllt sein, damit ein Ausgleich des Kardanfehlers möglich ist. Diese Bedingungen liegen bei den so genannten Z- und W-Anordnungen vor (siehe Bilder 28 und 29). Die bei Z- oder W-Anordnung vorhandene gemeinsame Beugeebene darf um die Längsachse beliebig verdreht sein. Die W-Anordnung ist in der Praxis zu vermeiden.

Eine Ausnahme bildet die räumliche Gelenkwellenanordnung, siehe Bild 30.

**Bild 28:** W-Anordnung der Gelenkwelle ESC-075

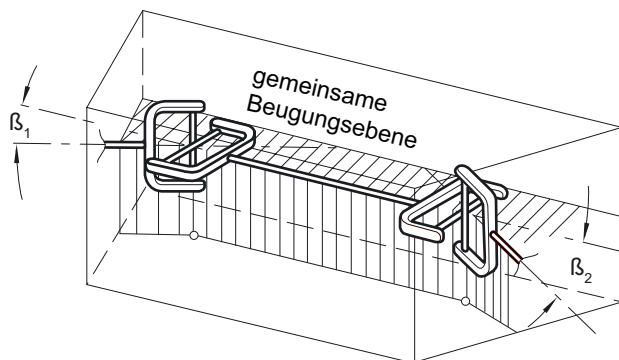
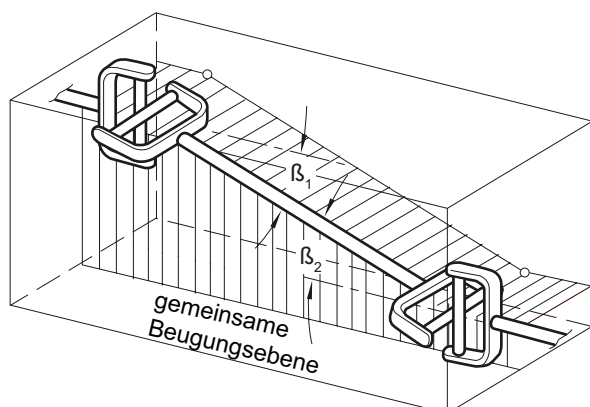


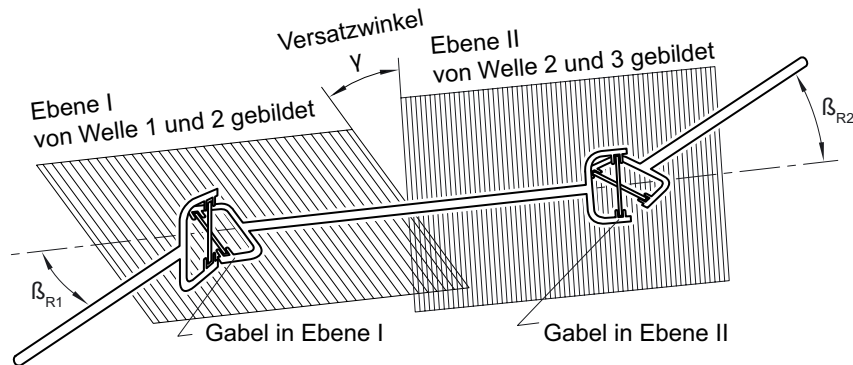
**Bild 29:** Z-Anordnung der Gelenkwelle ESC-076



### 4.6.3 Räumliche Gelenkwellenanordnung

Eine räumliche Anordnung liegt immer dann vor, wenn An- und Abtriebswelle nicht in einer Ebene liegen. An- und Abtriebswelle kreuzen sich räumlich versetzt. Eine gemeinsame Ebene ist nicht vorhanden, deshalb ist zum Ausgleich der Drehzahlschwankungen ein Versatz der inneren Gelenkgabeln um den Winkel „ $\gamma$ “ erforderlich (siehe Bild 30).

**Bild 30:** Räumliche Gelenkwellenanordnung ESC-077



Es folgt weiterhin die Bedingung, dass der räumliche resultierende Winkel  $\beta_{R1}$  an der Eingangswelle genauso groß sein muss wie der räumliche Winkel  $\beta_{R2}$  an der Ausgangswelle.

Also:

$$\beta_{R1} = \beta_{R2}$$

Es bedeuten:

$$\begin{aligned} \beta_{R1} &= \text{räumlich resultierender Winkel der Welle 1} \\ \beta_{R2} &= \text{räumlich resultierender Winkel der Welle 2.} \end{aligned}$$

Der räumlich resultierende Beugewinkel  $\beta_R$  ergibt sich aus der vertikalen und horizontalen Beugung der Gelenkwellen und errechnet sich zu:

**Formel 10:** Räumlich resultierender Beugewinkel

$$\tan^2 \beta_R = \tan^2 \beta_v + \tan^2 \beta_h$$

Der nötige Versatzwinkel  $\gamma$  ergibt sich aus den Horizontal- und Vertikalbeugungswinkeln beider Gelenke:

**Formel 11:** Versatzwinkel  $\gamma$

$$\tan \gamma_1 = \frac{\tan \beta_{h1}}{\tan \beta_{v1}}; \quad \tan \gamma_2 = \frac{\tan \beta_{h2}}{\tan \beta_{v2}}; \quad \gamma = \gamma_1 + \gamma_2$$

Es bedeuten:

$$\begin{aligned} \beta_R &= \text{räumlich result. Beugewinkel} \\ \beta_v &= \text{vertikaler Beugewinkel} \\ \beta_h &= \text{horizontaler Beugewinkel} \\ \gamma &= \text{Versatzwinkel.} \end{aligned}$$

Anmerkung:

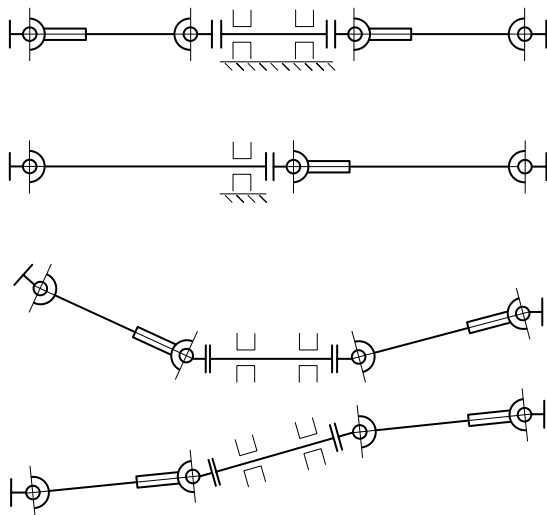
Da bei räumlicher Beugung der Gelenkwelle mit zwei Gelenken lediglich die Forderung nach gleichen räumlich resultierenden Beugewinkeln besteht, können theoretisch aus der Kombination der vertikalen und horizontalen Beugewinkel unendlich viele Anordnungsmöglichkeiten gebildet werden.

Wir empfehlen bei der Bestimmung des Versatzwinkels einer räumlichen Gelenkwellenanordnung die Hersteller zu Rate zu ziehen.

#### 4.6.3.1 Gelenkwellenstrang

Sind aus konstruktiven Gründen größere Längen zu überbrücken, so können Gelenkwellenstränge aus zwei oder mehr Wellen verwendet werden. In Bild 31 sind Grundformen von Gelenkwellensträngen dargestellt, in denen die Stellung der Gelenke und Mitnehmer zueinander willkürlich angenommen wurde. Mitnehmer und Gelenke sind aus kinematischen Gründen aufeinander abzustimmen. Die Gelenkwellenhersteller sind bei der Auslegung anzusprechen.

**Bild 31:** Gelenkwellenstrang ESC-078

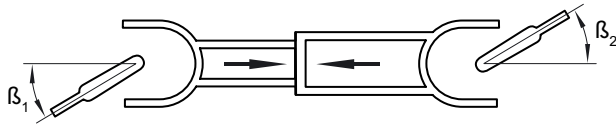


#### 4.6.3.2 Kräfte im Gelenkwellensystem

Beugewinkel in Gelenkwellensystemen bringen zwangsläufig zusätzliche Kräfte und Momente mit sich. Unterliegt eine ausziehbare Gelenkwelle während einer Momentübertragung einer Längsverschiebung, so treten weitere zusätzliche Kräfte auf.

Durch Auseinandernehmen der Gelenkwelle, Verdrehen der beiden Gelenkwellenhälften und anschließendes Zusammenstecken wird die Ungleichförmigkeit nicht ausgeglichen, sondern eher verstärkt. Durch dieses „Probieren“ können Schäden an Gelenkwellen, Lager, Gelenk, Keilwellenprofil und Aggregaten entstehen. Daher sind unbedingt die Markierungen an der Gelenkwelle zu beachten. Diese müssen nach der Montage gegenüberliegen (siehe Bild 32).

**Bild 32:** Markierung an der Gelenkwelle ESC-079



Vorhandene Wuchtbleche nicht entfernen und Gelenkwellenteile nicht vertauschen, da sonst wieder Unwucht entsteht. Bei Verlust eines Wuchtbleches oder Austausch von Gelenkwellenteilen ist die Gelenkwelle auszuwuchten. Trotz gewissenhafter Auslegung eines Gelenkwellensystems können Schwingungen auftreten, die zu Schäden führen können, wenn die Ursache nicht beseitigt wird. Durch geeignete Maßnahmen wie z.B. Einbau von Dämpfern, Verwendung von Gleichlaufgelenken oder auch Änderung des gesamten Gelenkwellensystems und der Massenverhältnisse ist unbedingt Abhilfe zu schaffen.

#### 4.6.4 Änderung der Gelenkwellenanordnung im Triebstrang von MAN-Fahrgestellen

Änderungen am Gelenkwellensystem werden durch Aufbauhersteller in der Regel durchgeführt bei:

- nachträglichen Radstandsänderungen
- Anbau von Pumpen am Gelenkwellenflansch des Nebenabtriebs.

Dabei ist zu beachten, dass:

- der maximale Beugewinkel jeder Kardanwelle des Triebstrangs im beladenen Zustand in jeder Ebene höchstens 7° betragen darf.
- bei Verlängerung von Gelenkwellen eine Neuauslegung des gesamten Gelenkwellenstrangs durch einen Gelenkwellenhersteller erforderlich ist.
- Änderungen an der Gelenkwelle wie z.B. Verlängerungen nur von autorisierten Werkstätten durchgeführt werden dürfen.
- vor Einbau jede Gelenkwelle auszuwuchten ist.
- ein einseitiges Hängenlassen der Gelenkwelle beim Ein- oder Ausbauen zu Schäden an den Gelenken führen kann.
- ein Freiraum von mindestens 30 mm eingehalten werden muss

Bei der Beurteilung des Mindestfreiraums ist auch ein Anheben des Fahrzeugs, das damit verbundene Ausfedern der Achsen und die sich dadurch ändernde Lage der Gelenkwellen zu berücksichtigen.

#### 4.7 Änderung der Radformel

Unter Änderung der Radformel ist zu verstehen:

- Einbau zusätzlicher Achsen
- Ausbau von Achsen
- Federungsart ändern (z.B. von Blattfederung auf Luftfederung)
- nicht gelenkte Achsen lenkbar machen

**Radformeländerungen sind verboten.**

**Diese Umbauten werden ausschließlich von MAN Truck & Bus AG und ihren Lieferanten vorgenommen.**

##### 4.7.1 Sicherheitsrelevante Baugruppen

Eingriffe und Änderungen an Teilen der:

- Achsführung (z.B. an Lenkern)
- Lenkung (z.B. an Lenkhebeln)
- Federung (z.B. Stabilisatoren)
- und des Bremssystems
- sowie deren Halterungen und Befestigungen sind nicht erlaubt.

Teile der Federung oder Federblätter dürfen nicht abgeändert oder entfernt werden. Blattfedern dürfen nur als komplettes Ersatzteil und paarweise (links und rechts) getauscht werden.

## 4.8 Verbindungseinrichtungen

### 4.8.1 Grundlagen

Soll der Lkw Lasten ziehen, muss die notwendige Ausrüstung vorhanden und zugelassen sein.

Die Erfüllung der vom Gesetzgeber vorgeschriebenen Mindestmotorleistung und/oder der Einbau der richtigen Anhängerkupplung geben noch keine Gewähr dafür, dass der Lkw zum Ziehen von Lasten geeignet ist. Rückfragen bei MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) sind dann notwendig, wenn das serienmäßige oder ab Werk zugelassene Zuggesamtgewicht geändert werden soll.

Beim Rangieren darf keine Kollision mit dem Anhänger eintreten, daher genügend Deichsellänge wählen.

Die Vorschriften im Zusammenhang mit Verbindungseinrichtungen (EU: 94/20/EG und national) sind ebenso zu beachten wie die erforderlichen Freiraummaße (z.B. in Deutschland nach DIN 74058 u. EG-Richtlinie 94/20/EG).

Grundsätzlich ist der Aufbauhersteller verpflichtet, den Aufbau so zu gestalten und aufzubauen, dass eine ungehinderte und ungefährdete Bedienung bzw. Überwachung des Kuppelvorganges möglich ist.

Die Freigängigkeit der Anhängerdeichsel muss gewährleistet sein. Bei seitlichem Anbau von Kupplungsköpfen und Steckdosen (z.B. am Schlussleuchtenhalter der Fahrerseite) ist vom Anhängerhersteller und vom Betreiber besonders auf ausreichende Leitungslängen für Kurvenfahrt zu achten.

**Bild 33:** Freiraum für Anhängerkupplungen nach 94/20/EG ESC-006

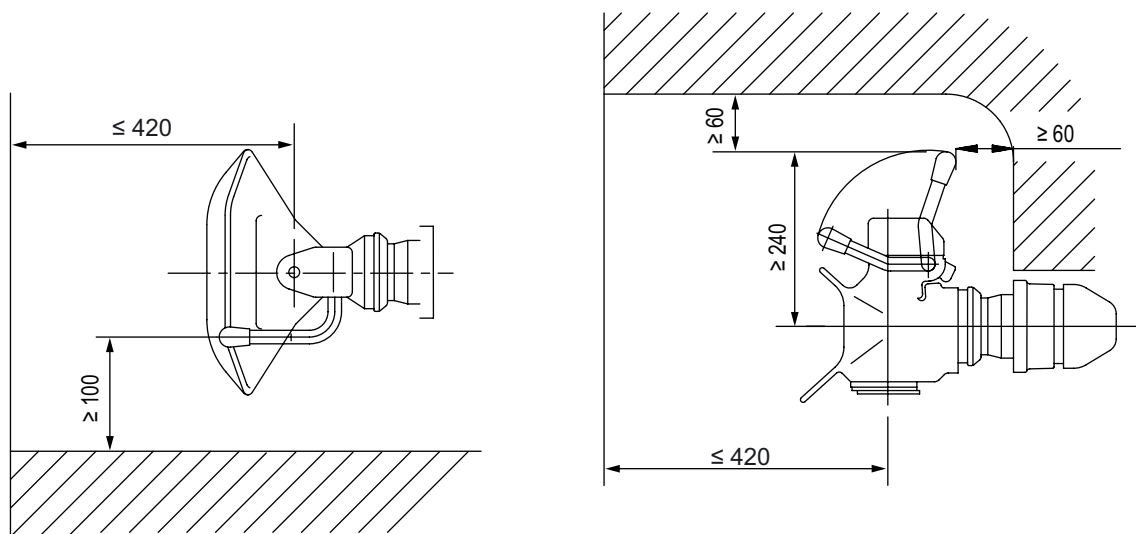
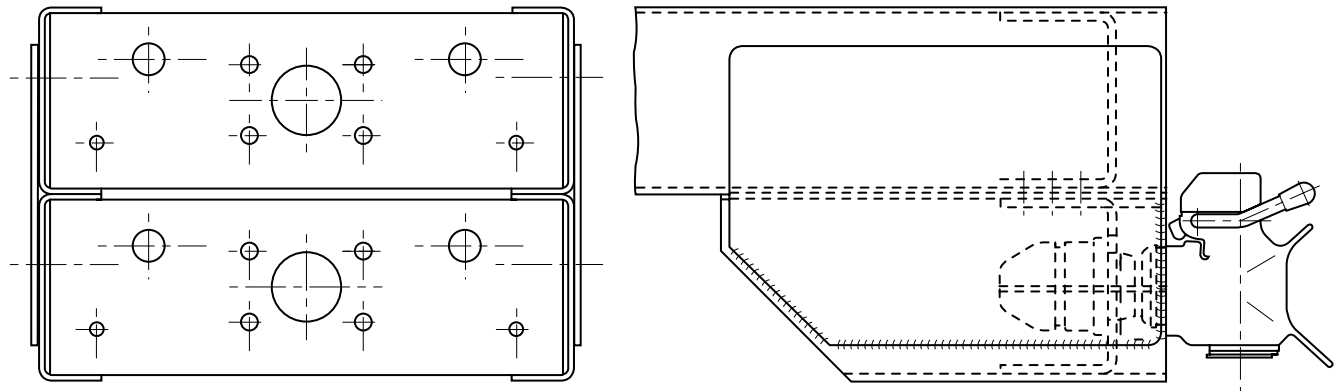




**Bild 36:** Unter den Rahmen gesetzte Anhängerkupplung ESC-542



#### 4.8.2 Anhängerkupplung, D-Wert

Eine ausführliche Herleitung von D-Wert und - für Starrdeichselanhänger-  $D_c$ - und V-Wert ist im Heft 'Verbindungseinrichtungen TG' und – mit Beispielen - im Kapitel 9 'Berechnungen' zu finden.

### 4.9 Sattelzugmaschinen und Änderung der Fahrzeugart LKW/Sattelzugmaschine

#### 4.9.1 Sattelkraftfahrzeuge

Sattelanhänger und Sattelzugmaschinen sind zu überprüfen, ob beide ein Sattelkraftfahrzeug aufgrund ihrer Maße und Gewichte bilden können.

Deshalb sind zu prüfen:

- Durchschwenkradien
- Aufsattelhöhe
- Sattellast
- Freigängigkeit aller Teile
- gesetzliche Auflagen.

Um die maximale Sattellast zu erreichen, sind vor der Inbetriebnahme des Fahrzeugs folgende Maßnahmen erforderlich:

- Fahrzeug verwiegen
- Achslastberechnung erstellen
- optimales Sattelvormaß ermitteln
- vorderen Durchschwenkradius überprüfen
- hinteren Durchschwenkradius überprüfen
- vorderen Neigungswinkel überprüfen
- hinteren Neigungswinkel überprüfen
- Gesamtlänge des Sattelkraftfahrzeugs überprüfen
- Sattelkupplung entsprechend aufbauen.

Der erforderliche Neigungswinkel beträgt nach DIN-ISO 1726 vorne 6°, hinten 7°, und zur Seite 3°.

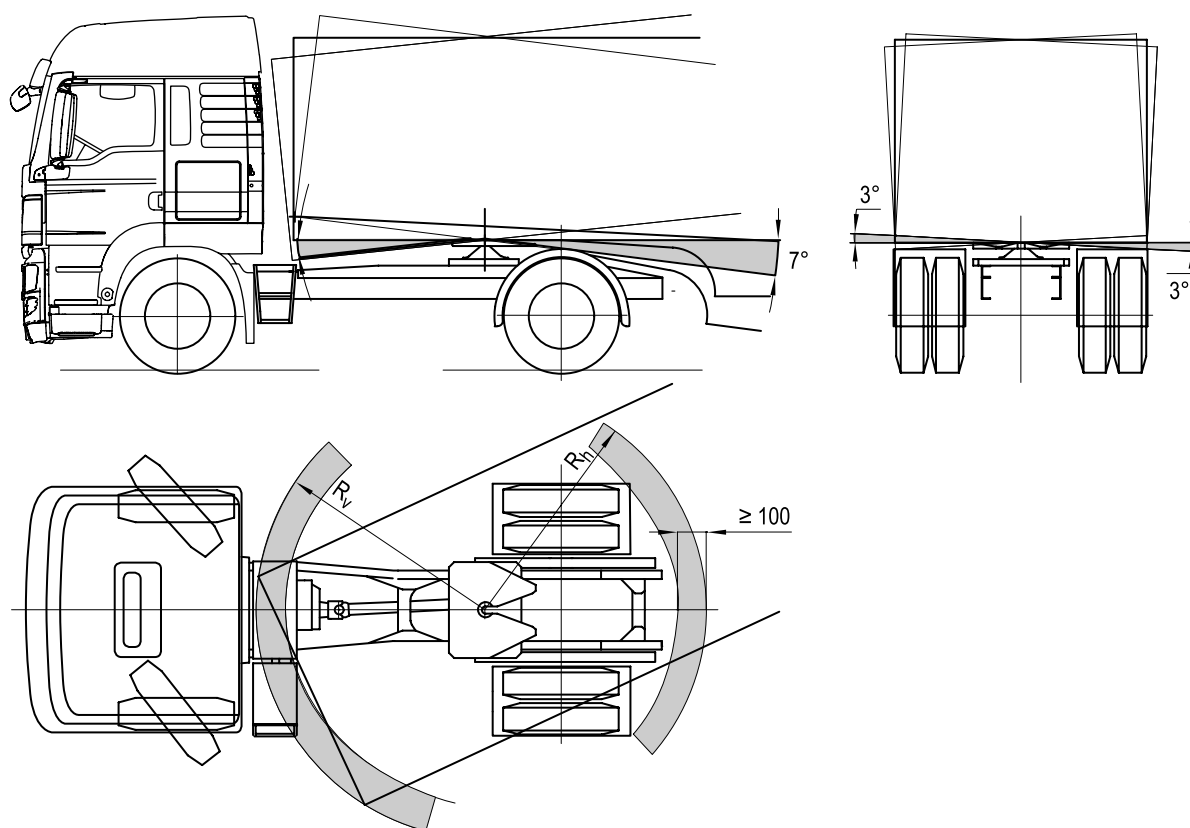
Unterschiedliche Reifengrößen, Federraten oder Aufsattelhöhen zwischen Zugmaschine und Sattelanhänger vermindern evtl. diese Winkel, so dass sie nicht mehr der Norm entsprechen.

Zu berücksichtigen sind außer der Neigung des Sattelanhängers nach hinten auch die Seitenneigung bei Kurvenfahrt, Einfederung (Achsführung, Bremszylinder, Radabdeckungen), Gleitschutzketten, Pendelbewegung des Achsaggregates bei Fahrzeugen mit Doppelachse und die Durchschwenkradien.

Die Sattelplattenebene am Sattelanhänger sollte bei zulässiger Sattellast parallel zur Fahrbahn verlaufen.

Die Höhe der Sattelkupplung und/oder Montageplatte muss dementsprechend ausgelegt werden.

**Bild 37:** Maße an Sattelzugmaschinen ESC-402



Das in den Verkaufsunterlagen oder Fahrgestellzeichnungen angegebene Sattelvormaß gilt nur für das Standardfahrzeug.

Ausrüstungsteile, die das Fahrzeugleergewicht oder die Fahrzeugmaße beeinflussen, erfordern u.U. eine Änderung des Sattelvormaßes. Dadurch können sich auch die Sattellast und die Gesamtzuglängen ändern.

Es dürfen nur typgeprüfte Sattelkupplungen und Montageplatten entsprechend EG-Richtlinie 94/20/EG verwendet werden.

Die Montage einer Sattelkupplung ohne Hilfsrahmen ist nicht zulässig. Unter Umständen ist die sog. Direktmontage einer Sattelkupplung möglich. Dabei wird eine Sattelkupplung mit speziellen Lagerböcken gemeinsam mit einer Verstärkungsplatte (nicht typprüfpflichtig) auf den Hilfsrahmen montiert und die Montageplatte entfällt.

Die Hilfsrahmendimensionierung und Werkstoffqualität ( $\sigma_{0,2} > 350 \text{ N/mm}^2$ ) muss einem vergleichbaren Serienfahrzeug entsprechen.

Die Sattelplatte darf nicht auf den Rahmenlängsträgern, sondern ausschließlich auf dem Sattelhilfsrahmen aufliegen.

Zur Befestigung der Montageplatte sind nur von MAN oder vom Sattelplattenhersteller freigegebene Schrauben zu verwenden.

Bei der Montage von Sattelkupplung und Montageplatte sind die Anleitungen/Richtlinien der Sattelkupplungshersteller zu beachten. Anschlussleitungen für Luftversorgung, Bremse, Elektrik und ABS dürfen nicht am Aufbau scheuern oder sich bei Kurvenfahrt verfangen. Deshalb ist die Freigängigkeit aller Leitungen bei Kurvenfahrt mit dem Sattelanhänger vom Aufbau zu prüfen. Beim Fahrbetrieb ohne Sattelanhänger müssen alle Leitungen in Leerkupplungen bzw. Steckern sicher befestigt werden. Ferner sind diese Anschlüsse so zu montieren, dass sicher an- und abgekuppelt werden kann. Ist das Anschließen von Luft- und Elektroanschlüssen von der Fahrbahn aus nicht möglich, muss eine geeignete Arbeitsfläche von mindestens 400 mm x 500 mm, sowie ein Aufstieg zu dieser Arbeitsfläche vorgesehen werden.

Es gibt Zugsattelzapfen (auch Königszapfen oder Kingpin genannt) unterschiedlicher Größen:

- Zugsattelzapfen der Größe 50 mit 2" Durchmesser
- Zugsattelzapfen der Größe 90 mit 3,5" Durchmesser

Welcher zur Anwendung kommt, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Entscheidend ist, ähnlich wie bei Anhängerkupplungen, der D-Wert. Für das gesamte Sattelkraftfahrzeug gilt der jeweils kleinere D-Wert von Königszapfen, Sattelkupplung und Montageplatte. Der D-Wert ist jeweils auf den Typschildern vermerkt.

Zur Ermittlung des D-Wertes gelten beim Sattelkraftfahrzeug folgende Formeln:

**Formel 12:** D-Wert Sattel-Verbindungseinrichtung

$$D = \frac{0,6 \cdot 9,81 \cdot T \cdot R}{T + R - U}$$

Bei gegebenem D-Wert und gesuchtem zulässigen Gesamtgewicht des Sattelanhängers gilt:

**Formel 13:** Zulässiges Gesamtgewicht Sattelanhänger

$$R = \frac{D \cdot (T - U)}{(0,6 \cdot 9,81 \cdot T) - D}$$

Liegt das zulässige Gesamtgewicht des Sattelanhängers und der D-Wert der Verbindungseinrichtung fest, so lässt sich das zulässige Gesamtgewicht der Sattelzugmaschine mit folgender Formel errechnen:

**Formel 14:** Zulässiges Gesamtgewicht Zugmaschine

$$T = \frac{D \cdot (R - U)}{(0,6 \cdot 9,81 \cdot R) - D}$$

Wenn die Sattellast gesucht ist, alle anderen Lasten aber bekannt sind, ergibt sich die Formel zu:

**Formel 15:** Sattellast

$$U = T + R - \frac{0,6 \cdot 9,81 \cdot T \cdot R}{D}$$

Es bedeuten:

|   |   |                                                                                    |
|---|---|------------------------------------------------------------------------------------|
| D | = | D-Wert in [kN]                                                                     |
| R | = | zulässiges Gesamtgewicht des Sattelanhängers in [t] einschließlich der Sattelast   |
| T | = | zulässiges Gesamtgewicht der Sattelzugmaschine in [t] einschließlich der Sattelast |
| U | = | Sattelast in [t]                                                                   |

Berechnungsbeispiele sind im Kapitel 9 ‚Berechnungen‘ zu finden.

## 4.9.2 Umbau Lkw in Sattelzugmaschine oder Sattelzugmaschine in Lkw

Der Umbau eines Lkw in eine Sattelzugmaschine oder Sattelzugmaschine in Lkw sowie der wahlweise Einsatz als Sattelzugmaschine und Lkw erfordert eine MAN-Genehmigung (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“).

Für den Umbau Sattelzugmaschine in Lkw oder umgekehrt ist eine Änderung der Fahrzeugparametrierung der EBS Bremse erforderlich. Damit verbunden ist je nach Ausgangsfahrzeug (Blattfederung) auch der Einbau anderer Hinterfedern.

Aus Gründen der Hinterachsführung, möglicher Ausstattung mit Sattel-ESP und Sattel-Niveauregulierung sind zweiachsige Sattel der Radformeln 4x2 und 4x4H ausschließlich als Sattelzugmaschine einsetzbar. Ein Betrieb als kombiniertes Fahrzeug Sattel/Lkw oder ein Umbau zum Lkw ist nicht erlaubt. (Typen zum Stand 03-2010): 05X, 06S, 06X, 08S, 10S, 10X, 13S, 13X, 22S, 22X, 78 X. Beim Neuaufbau von Fahrzeugen die als Sattel und Lkw eingesetzt werden ist deshalb immer ein Lkw –Fahrgestell als Basis zu verwenden.

Ausnahmen, auch in Verbindung mit weiteren Fahrzeugumbauten, setzen eine schriftliche Genehmigung von MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) voraus.

Eine Ausnahme sind Pkw-Transporter siehe Kapitel 5.4. Aufbauten.

## 4.10 Fahrerhausänderungen

### 4.10.1 Allgemeines

Eingriffe in die Fahrerhausstruktur (z.B. Ein-/Ausschnitte, Änderungen der Tragstruktur einschließlich der Sitze und Sitzbefestigungen, Fahrerhausverlängerung) sowie Änderungen der Fahrerhauslagerung und -kippeinrichtung sind verboten.

Diese Umbauten werden ausschließlich von MAN Truck & Bus AG und ihren qualifizierten Umbaulieferanten vorgenommen.

### 4.10.2 Spoiler, Dachaufbauten, Dachlaufsteg

Der nachträgliche Aufbau eines Dachspoilers oder eines Aero-Paketes ist möglich. Original-MAN-Spoiler und Aero-Pakete können auch über den Ersatzteildienst zum nachträglichen Aufbau bezogen werden, deren Zeichnungen sind im Bereich Fahrerhaus von MANTED® abrufbar. Beim nachträglichen Anbau auf dem Fahrerhausdach dürfen ausschließlich die hierfür vorgesehenen Befestigungspunkte verwendet werden.

## Befestigungen auf Fahrerhausdächern

**Bild 38a:** XXL-Fhs (L/R45) ESC-506a

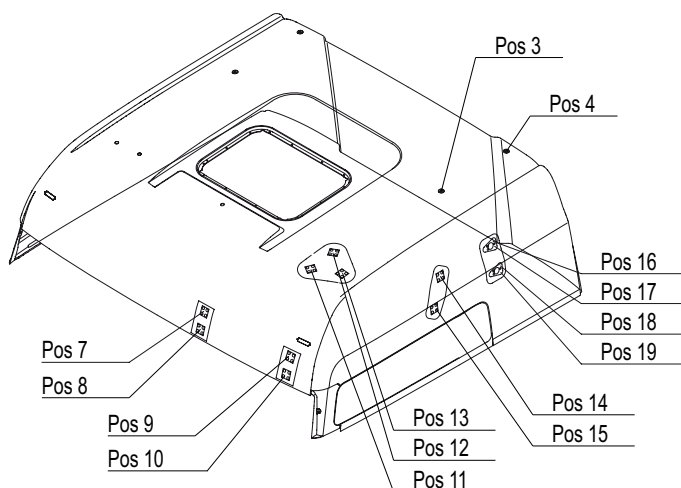


**Bild 38b:** XLX-Fhs (L/R49) ESC-506b

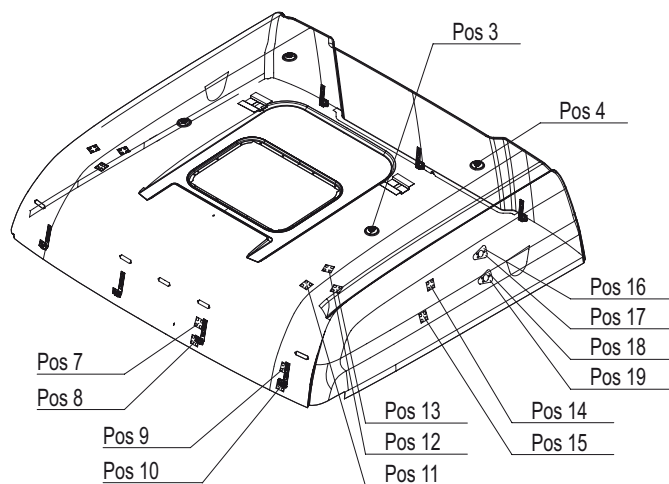


**Bild 38c:** LX-Fhs (L/R39) ESC-506c

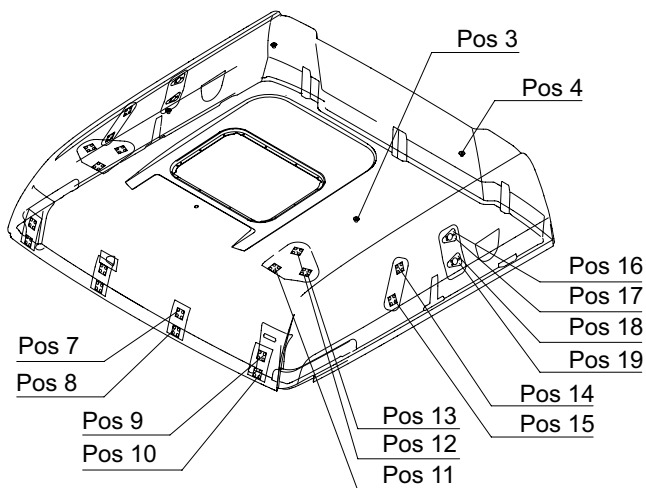


**Bild 38d:** XL; L und M-Fhs (L/R 44; 34; 17) ESC-506d

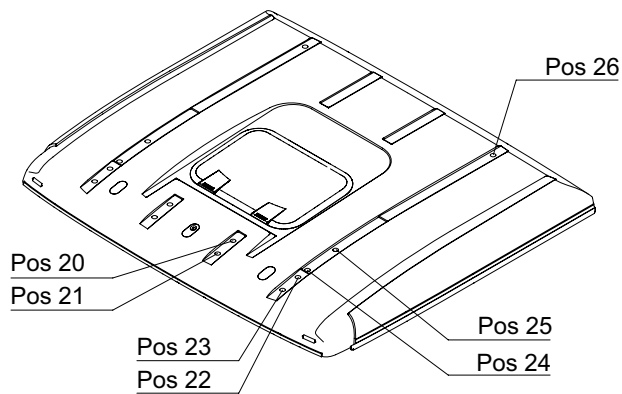


**Tabelle 17:** Befestigungspunkte auf Fahrerhausdächern

|                                          | Position                                                 | Schraube / Bohrung   | Anzugsmoment |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------|--------------|
| Dachspoiler bei Kunststoffhochdach       | 3/3a<br>4/4a                                             | M8                   | 20 Nm        |
| Dachspoiler bei Stahldach                | 24/24a<br>25/25a<br>26/26a                               | M8                   | 20 Nm        |
| Sonnenblende bei Stahldach               | 20/20a<br>21/21a<br>22/22a<br>23/23a                     | M8                   | 20 Nm        |
| Sonnenblende bei Kunststoffhochdach      | 7/7a<br>8/8a<br>9/9a<br>10/10a                           | St 6,3 /<br>Ø 5,5 mm | 10 Nm        |
| Drucklufthorn bei Kunststoffhochdach     | 14/14a<br>15/15a<br>16/16a<br>17/17a<br>18/18a<br>19/19a | St 6,3 /<br>Ø 5,5 mm | 10 Nm        |
| Rundumkennleuchte bei Kunststoffhochdach | 11/11a<br>12/12a<br>13/13a                               | St 6,3 /<br>Ø 5,5 mm | 10 Nm        |

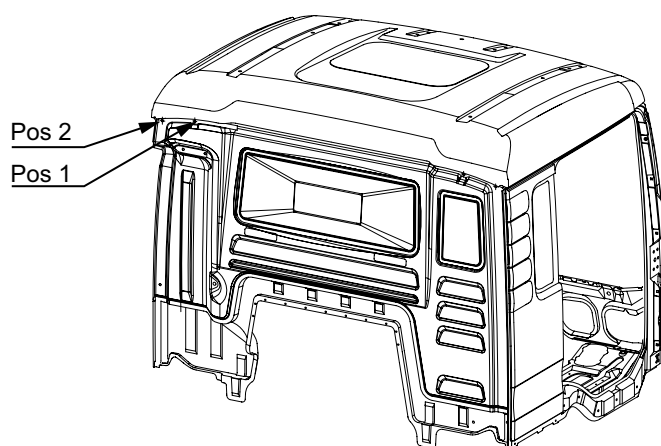
- Bohrungsbezeichnung „a“ symmetrisch zu  $y = 0$
- maximale Belastung je Schraube: 5 kg
- maximale Dachlast: 30 kg
- Verschraubung über 3 versetzte Punkte (nicht auf einer Linie)
- Schwerpunkt der Dachaufbauten max. 200 mm über Anschraubebene
- Bohrungen im Kunststoffhochdach (einlamierte Bleche):
  - Bohrungsachse normal zur Fläche
  - Lage der Bohrung  $\pm 2$  mm gemessen zur Fläche
  - Bohrungstiefe 10 mm + 2 mm

## Informationen zum Anbau eines Dachlaufstegs:

**Tabelle 18:** Zusatzbefestigung Laufsteg

|                                              | Position     | Schraube / Bohrung | Anzugsmoment |
|----------------------------------------------|--------------|--------------------|--------------|
| Laufsteg auf Rückwand<br>(alle Fahrerhäuser) | 1/1a<br>2/2a | M8 /<br>Ø 11,2 mm  | 20 Nm        |

**Bild 38e:** Zusatzbefestigung Laufsteg ESC-506e



- eine Abstützung des Laufstegs an der Rückwand ist erforderlich
- alle 4 Befestigungspositionen 1/1a, 2/2a müssen verwendet werden
- ein Laufsteg darf keinesfalls vor der Hinterkante der Dachklappe montiert werden
- maximale Eigenmasse des Laufstegs 30 kg
- maximale Belastung des Laufstegs 100 kg.

### 4.10.3 Dachkabinen

Unter folgenden Voraussetzungen ist der Aufbau von Dachkabinen (Topsleeper) möglich:

- Bei MAN ist eine Aufbaugenehmigung einzuholen. Dies ist Sache des Herstellers der Dachkabine und nicht der aufbauenden Werkstatt; siehe 4.5. „Nachträglicher Einbau von Zusatzaggregaten in dieser Aufbaurichtlinie“.
- Für die Erfüllung der Vorschriften (insbesondere Sicherheitsvorschriften, z.B. berufsgenossenschaftliche Richtlinien, Verordnungen und Gesetze GGVS/ADR) ist der Hersteller der Dachkabine zuständig.
- Das Zurückkippen des Fahrerhauses ist durch geeignete Maßnahmen zu verhindern (z.B. Aufstellsicherung).
- Weicht die Bedienung des Kippvorganges vom Serien-MAN-Fahrerhaus ab, so ist eine leicht verständliche und umfassende Betriebsanleitung zu erstellen.
- Für das aufgebaute Fahrerhaus sind die Maßangaben für den resultierenden Fahrerhaus-Schwerpunkt einzuhalten und nachzuweisen (siehe Bild 39).
- Der Aufbau einer Dachkabine ist nur bei luftgefedelter Fahrerhauslagerung zulässig.
- Die in Tabelle 19 genannten Maximalgewichte sind einzuhalten.

Die auf dem MAN-Originaldach vorhandenen Antennen sind fachgerecht zu versetzen. Damit soll auch nach dem Umbau eine ausreichende Qualität des Empfanges und der Aussendung elektromagnetischer Wellen, unter Einhaltung der EMV-Vorschriften, gewährleistet werden. Eine Verlängerung der Antennenkabel (Stückelung) ist nicht zulässig.

**Bild 39:** Fahrerhausschwerpunkt mit Dachschlafkabine ESC-410

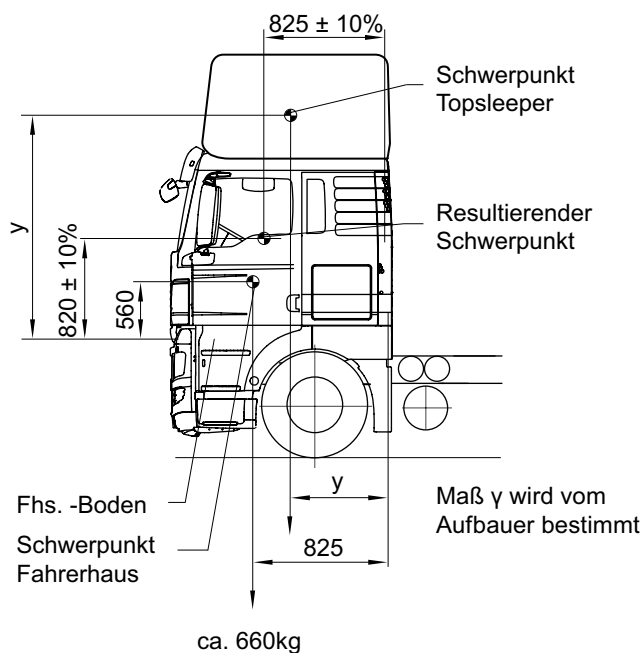


**Tabelle 19:** Dachkabine, Maximalgewichte der Auf-/Einbauten

| Fahrerhausbezeichnung | Technischer Code |              | Voraussetzung                                         | max. Masse Dachkabine mit Ausstattung |
|-----------------------|------------------|--------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|                       | Linkslenker      | Rechtslenker |                                                       |                                       |
| M                     | F99 L17 S        | F99 R17 S    | Fahrerhauslagerung luftgefedert                       | 130 kg                                |
| L                     | F99 L34 S        | F99 R34 S    |                                                       | 180 kg                                |
| XL                    | F99 L44 S        | F99 R44 S    |                                                       | 200 kg                                |
| LX                    | F99 L39 S        | F99 R39 S    | Fahrerhäuser mit Hochdach ab Werk kein Umbau zulässig |                                       |
| XLX                   | F99 L49 S        | F99 R49 S    |                                                       |                                       |
| XXL                   | F99 L45 S        | F99 R45 S    |                                                       |                                       |

## 4.11 Rahmenanbauteile

### 4.11.1 Hinterer Unterfahrschutz

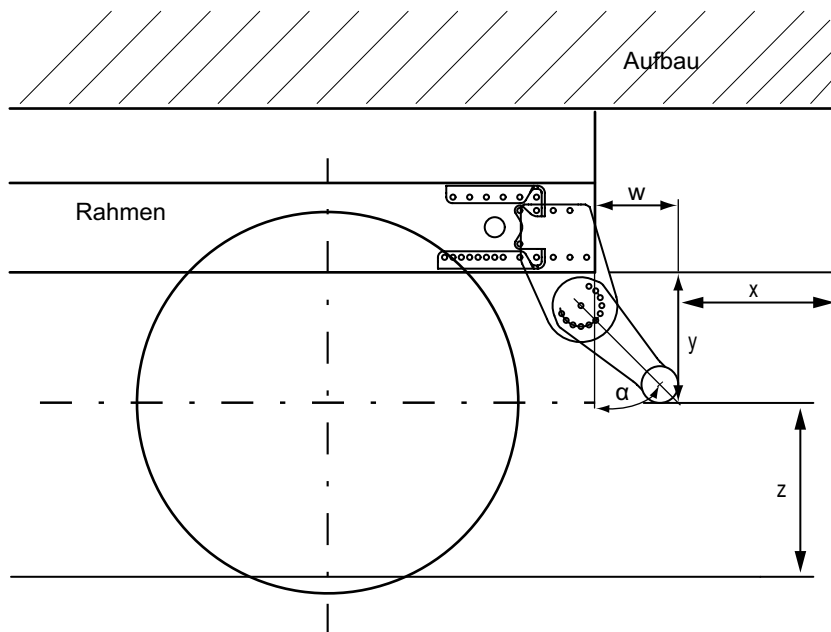
TGS/TGX-Fahrgestelle werden ab Werk mit einem hinteren MAN-Unterfahrschutz in verschiedenen Varianten geliefert. Die jeweilige Variante wird von MAN in Abhängigkeit der Parameter: Radformel, Bauhöhe, Federungsart und Radstand bei Kombination mit Werksaufbau (Wechselbrückentraggestell) gesteuert (siehe Tabelle 20). Unterfahrschutzeinrichtungen von MAN haben eine Genehmigung gemäß Richtlinie 70/221/EWG, zuletzt geändert mit 2006/20/EG.

**Tabelle 20:** Unterfahrschutz Varianten (Erklärung der Werte siehe Bild 40)

| Unterfahrschutz Einbau MAN | Version          | w      | x           | Y      | Z           | $\alpha$ |
|----------------------------|------------------|--------|-------------|--------|-------------|----------|
| 81.41660-8176              | C2 <sub>WB</sub> | 191 mm | max. 348 mm | 340 mm | max. 550 mm | 56,3°    |
| 81.41660-8177              | C1               | 199 mm | max. 332 mm | 432 mm | max. 550 mm | 33,8°    |
| 81.41660-8178              | C2               | 291 mm | max. 348 mm | 340 mm | max. 550 mm | 56,3°    |
| 81.41660-8180              | B1               | 249 mm | max. 318 mm | 507 mm | max. 550 mm | 33,8°    |
| 81.41660-8181              | B2               | 366 mm | max. 339 mm | 391 mm | max. 550 mm | 56,3°    |
| 81.41660-8183              | A1               | 277 mm | max. 305 mm | 549 mm | max. 550 mm | 33,8°    |
| 81.41660-8184              | A2               | 408 mm | max. 330 mm | 418 mm | max. 550 mm | 56,3°    |

Der Aufbauhersteller muss die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften kontrollieren und sicherstellen, da die Maße aufbauabhängig sind und erst am Komplettfahrzeug einschließlich Aufbau festgestellt werden können.

**Bild 40:** Maßvorgaben Unterfahrschutz ESC-522



Folgende Maße sind zu beachten:

|   |   |                                                                                                                                                   |
|---|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| w | = | Horizontaler Abstand, Rahmenende bis Unterfahrschutz Hinterkante.                                                                                 |
| y | = | Vertikaler Abstand, Unterkante Rahmen bis Unterkante Unterfahrschutz.                                                                             |
| x | = | Maximal zulässiger horizontaler Abstand zwischen der Unterfahrschutz Hinterkante und der Hinterkante Aufbau.                                      |
| z | = | Vertikaler Abstand der Unterfahrschutz Unterkante zur Fahrbahn bei unbeladenem Fahrzeug, maximal zulässig gem. Richtlinie 70/221/EWG sind 550 mm. |
| α | = | Das Winkelmaß $\alpha$ ergibt sich aus den Anforderungen für die Maße w und y.                                                                    |

Je nach Fahrgestellvariante gibt es alternativ ab Werk MAN einen klappbaren Unterfahrschutz von Ringfeder-VBG für Fahrzeuge mit MAN-Tiefkuppelsystem oder einen klappbaren Unterfahrschutz von Meiller für Baufahrzeuge.

Grundsätzlich dürfen Unterfahrschutz-Einrichtungen niemals modifiziert werden (z.B. Schweißen, das Rohr oder den Winkel  $\alpha$  verändern), da sonst die Zulassung/ Betriebserlaubnis erlischt. Dies gilt auch bei Fahrzeugen mit Werksaufbau!

Bei der nachträglichen oder erneuten Montage z.B. nach Rahmenkürzung muss der Auf-/ Umbauer den hinteren Unterfahrschutz vorschriftsmäßig montieren.

Dabei sind folgende Punkte zu beachten:

- für die Verschraubung zwischen Halter und Rahmen sind zwingend MAN- Verbus-Ripp Schrauben mit Schaft zu verwenden (MAN 06.02813-4915, M14x1,5 10.9), Anzugsdrehmoment 200 Nm auf Seite der Mutter (siehe Bild 41).
- An der unteren Verschraubung des Unterfahrschutzhalters müssen die Schrauben mit einem Anzugsdrehmoment von 330 Nm angezogen werden. (Siehe Bild 42)
- Der Winkel  $\alpha$  des Unterfahrschutzes darf nachträglich nicht verändert werden sonst erlischt die Zulassung.
- Veränderungen des Unterfahrschutzes sind von einem hierfür ermächtigten Sachverständigen (z.B. amtlich anerkannter Sachverständiger in Deutschland) zu genehmigen.

**Bild 41:** Verschraubung Unterfahrschutz ESC-523

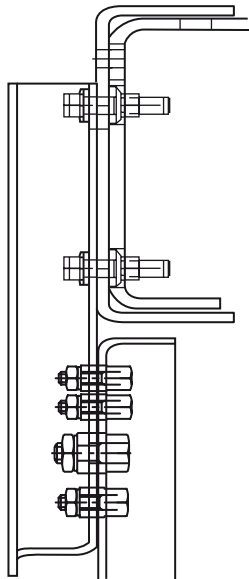
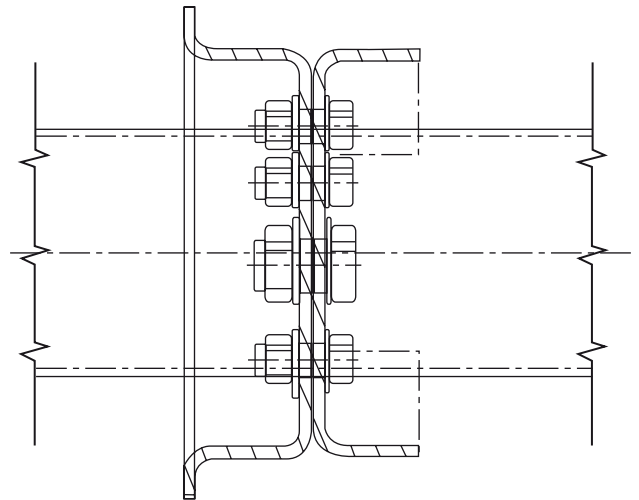


**Bild 42:** Untere Verschraubung, Halter-Unterfahrschutz ESC-524



#### 4.11.2 Frontunterfahrschutz FUP (FUP= front underride protection)

Kraftfahrzeuge zur Güterbeförderung mit mindestens vier Rädern und einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 3,5 t müssen mit einem vorderen Unterfahrschutz ausgerüstet sein, der den Bestimmungen Richtlinie 2000/40/EG entspricht. Dies gilt nicht für:

- Geländefahrzeuge
- Fahrzeuge, deren Verwendungszweck mit den Bestimmungen für den vorderen Unterfahrschutz nicht vereinbar ist.

Fahrzeuge die nicht die Kriterien eines Geländefahrzeugs erfüllen, sind mit einem vorderen Unterfahrschutz entsprechend der Bestimmungen nach Richtlinie 2000/40/EG ausgerüstet. Diese Unterfahrschutzeinrichtung nicht modifizieren (z.B. Schweißnähte, Bohrungen, Halter verändern) die Zulassung/ Betriebserlaubnis erlischt! Allradfahrzeuge (Radformel z.B. 4x4, 6x6, 6x6-4, 8x6 und 8x8) und Fahrzeuge mit Erfüllung der sog. „Off Road Kriterien“ sind als Geländefahrzeug zulassungsfähig und erhalten deshalb keinen Frontunterfahrschutz ab Werk.

Deshalb nicht die Kriterien die zur Zulassung als Geländefahrzeug führen verletzen, dies sind:

- mindestens 50% der Räder sind angetrieben
- Differentialsperre oder ASR
- Steigfähigkeit des Einzelfahrzeugs  $\geq 25\%$
- plus mindestens 4 der folgenden Anforderungen:
  - vorderer Überhangswinkel  $\geq 25^\circ$
  - hinterer Überhangswinkel  $\geq 25^\circ$
  - Rampenwinkel  $\geq 25^\circ$
  - Bodenfreiheit unter den Vorderachsen mindestens 250 mm
  - Bodenfreiheit unter den Hinterachsen mindestens 250 mm
  - Bodenfreiheit zwischen den Achsen mindestens 300 mm

Ist es nicht möglich, Aufbauten bzw. Anbauten (z.B. Abstützungen, Werkzeugkästen) so zu platzieren, dass die o.a. Kriterien nicht verletzt werden, dann ist das Fahrzeug mit einem über die MAN-Ersatzteilorganisation erhältlichen Frontunterfahrschutz zum nachträglichen Anbau auszurüsten. Dies geschieht in Verantwortung des Aufbauherstellers. MAN trägt keine Kosten im Zusammenhang mit der Nachrüstung eines Frontunterfahrschutzes an Fahrzeugen, die als Geländefahrzeug ausgeliefert wurden.

### 4.11.3 Seitliche Schutzvorrichtung

Die seitliche Schutzvorrichtung (= SSV) soll ungeschützten Verkehrsteilnehmern vor der Gefahr, seitlich unter das Fahrzeug zu geraten und von den Rädern erfasst zu werden, einen wirksamen Schutz bieten (Auszug aus der ECE-R 073). Lkw, Zugmaschinen und deren Anhänger mit einem zulässigen Gesamtgewicht > 3,5 t müssen eine seitliche Schutzeinrichtung (=SSV) aufweisen.

Für den Lkw-Bereich ausgenommen sind:

- Fahrzeuge, die noch nicht komplett hergestellt sind (Fahrgestelle zur Überführung)
- Sattelzugmaschinen (nicht Sattelanhänger)
- Fahrzeuge, die für Sonderzwecke gebaut wurden, wobei eine seitliche Schutzvorrichtung mit dem Verwendungszweck des Fahrzeugs unvereinbar ist.

In Deutschland gilt:

Als Fahrzeuge für Sonderzwecke gelten in diesem Zusammenhang vor allem Fahrzeuge mit seitlich kippbarem Aufbau. Dies gilt nur dann, wenn sie zu den Seiten kippen und eine lichte Innenlänge des Aufbaus von < 7.500 mm haben. Weder Fahrzeuge für den kombinierten Verkehr noch geländegängige Fahrzeuge sind grundsätzlich von der Ausrüstungspflicht mit SSV befreit.

Es sind die entsprechenden nationalen Vorschriften zu beachten, ob eine SSV angebaut werden muss oder nicht.

Für Fahrgestelle besteht die Liefermöglichkeit einer SSV ab Werk. Aufbauhersteller, die seitliche Schutzvorrichtungen nachträglich anbauen, können über den Ersatzteildienst MAN Profile, Profilstützen und Montageteile in verschiedenen Ausführungen erhalten.

Für die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften (geregelt über Richtlinie 89/297/EWG und in Deutschland §32c StVZO) ist der Betrieb verantwortlich, der die SSV montiert bzw. modifiziert.

An der seitlichen Schutzvorrichtung dürfen keine Brems-, Luft- und Hydraulikleitungen befestigt werden. Es dürfen keine scharfen Kanten oder Grate entstehen, der Abrundungsradius für alle vom Aufbauhersteller zugeschnittenen Teile muss mindestens 2,5 mm betragen. Bei abgerundeten Bolzen und Nieten ist maximal 10 mm Überstand erlaubt. Wird ein Fahrzeug umbereift oder erhält es andere Federn, sind die Höhenmaße der Schutzvorrichtung zu überprüfen und, falls erforderlich, zu korrigieren. Bei mehreren Bauteilen hintereinander (Batterieboxen, Werkzeugboxen o. ä.), die als SSV dienen, ist ein Abstand von maximal 25 mm zulässig, wobei das hintere Bauteil nicht über das vordere überstehen darf.

Muss der Aufbauhersteller die Profilabstützung bei der seitlichen Schutzvorrichtung von MAN verändern, dann gilt die im folgenden Diagramm nach Bild 44 gebildete Beziehung aus Stützweite „l“ (= L2 im Diagramm) und Übertragweite „a“ (= L3 im Diagramm). Werden die nach Gutachten zulässigen Maße überschritten, so hat der Aufbauhersteller für eine Festigkeitsprüfung zu sorgen. Die Bilder verdeutlichen lediglich die Maße, bei denen die MAN-SSV die Festigkeitsvorschriften erfüllt.

**Bild 43:** Seitliche Schutzvorrichtung ESC-460

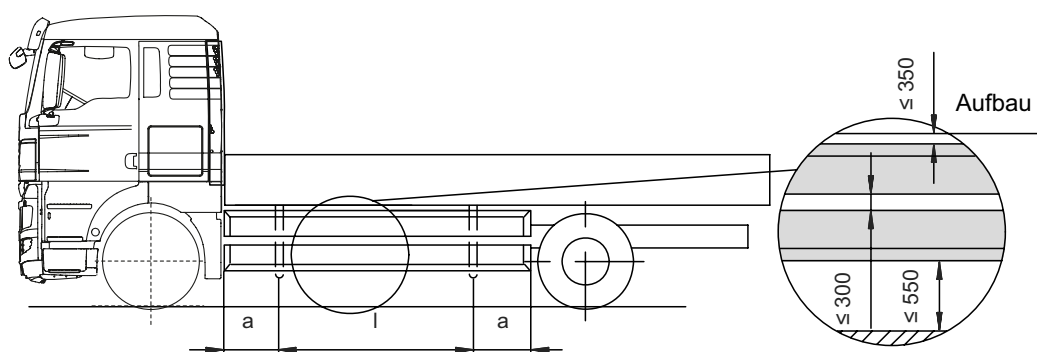
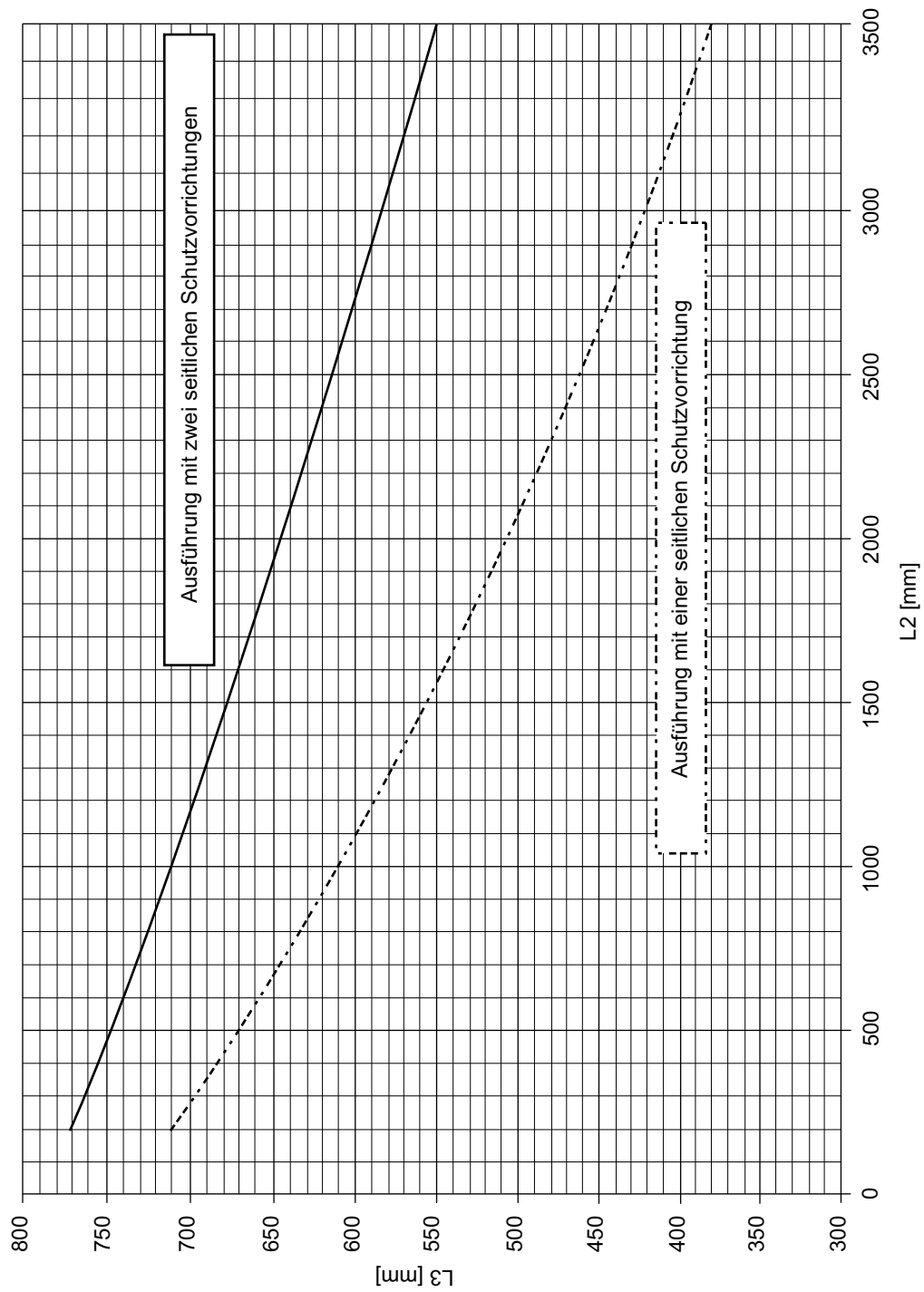


**Bild 44:** Diagramm zur Ermittlung der Stütz- und Überkragweiten ESC-220



## 4.12 Änderungen am Motorumfeld

### 4.12.1 Änderung an der Luftansaugung

Generell sind Änderungen an der Ansauganlage zu vermeiden. Es stehen mehrere serienmäßig lieferbare Varianten für TGS/TGX zur Verfügung, die auf ihre Verwendbarkeit geprüft werden müssen. Auskunft über die Liefermöglichkeiten für das jeweilige Fahrzeug gibt die nächstliegende MAN-Verkaufs-Niederlassung.

Lässt sich eine Veränderung dennoch nicht vermeiden, gelten allgemein folgende Vorgaben:

- Das Ansaugen der Luft muss ungehindert erfolgen können.
- Der Unterdruck in der Ansaugleitung darf sich nicht verändern.
- Bei Änderungen an der Ansauganlage ist zu gewährleisten, dass weiterhin alle geräusch- und emissionsrelevanten gesetzlichen Vorschriften erfüllt werden.
- Auch sind alle Vorschriften zu erfüllen, die von der Berufsgenossenschaft oder äquivalenten Einrichtungen bezüglich der betroffenen Bauteile gefordert werden (z.B. Oberflächentemperatur im Griffbereich).
- MAN kann bei veränderten Ansauganlagen
  - die Einhaltung dieser und anderer Vorschriften nicht gewährleisten. Die Verantwortung hierfür obliegt dem durchführenden Unternehmen, auch für Vorschriften in Bezug auf On Board Diagnose (OBD)
  - keine Auskunft über Verbrauchsänderungen oder über das Geräuschverhalten machen, es ist eventuell eine erneute Geräuschabnahme erforderlich. Akustisch wirksame Bauteile (z.B. Düse im Luftfilter) dürfen nicht verändert werden. Bei Nichteinhaltung der Geräuschgrenzwerte erlischt die Betriebserlaubnis!

**Für Fahrzeuge bis einschließlich Abgasnorm Euro 5 gilt zusätzlich zu den allgemeinen Vorgaben:**

- Querschnitte der Verrohrung in Form und/oder Fläche keinesfalls verändern.
- Scharfe Biegungen in den Rohren sind zu vermeiden, Gehrungsschnitte sind nicht zulässig.
- Luftfilter nicht modifizieren.
- Die Standzeit des Luftfilters kann sich bei Änderungen an der Ansauganlage verkürzen.
- Nur freigegebene Luftfiltereinsätze verwenden.
- Die Einbauposition des Feuchtesensors im Luftfiltergehäuse darf nicht verändert werden.
- Das Aufhängungs- bzw. Abstützungskonzept sowie die grundsätzliche Einbaulage der Komponenten sind beizubehalten.
- Die Luftansaugung muss davor geschützt werden, erwärmte Luft anzusaugen (z.B. Motorabwärme aus dem Bereich der Radläufe bzw. in der Nähe des Abgasschalldämpfers). Es ist eine geeignete Ansaugstelle zu wählen, die gewährleistet, dass die Ansaugluft um nicht mehr als 5°C erwärmt wird (Außentemperatur zu Temperatur vor Turbolader). Bei zu hoher Ansauglufttemperatur droht die Überschreitung der Abgasgrenzwerte. Bei Nichteinhaltung der Emissionsgrenzwerte erlischt die Betriebserlaubnis!
- Um ein Ansaugen von brennenden Zigarettenkippen oder ähnlichem zu verhindern, muss direkt an der Ansaugstelle ein sog. Zigaretzenschutzgitter analog dem serienmäßig verbauten Gitter (nicht brennbares Material, Maschenweite SW6, Fläche des offenen Querschnitts min. Fläche des Rohluftstutzens am Luftfilter) eingebracht werden. Bei Nichtbeachtung drohen Fahrzeugbrände! MAN kann keine Aussage zur Wirksamkeit der getroffenen Maßnahme machen, die Verantwortung liegt beim ausführenden Unternehmen.
- Die Ansaugstelle muss in einem Bereich mit geringer Staubbeaufschlagung sowie im spritzwassergeschützten Bereich liegen.
- Eine ausreichende Entwässerung mittels Wasserabscheidemechanismen sowie ein ungehinderter Staubaustrag aus dem Filtergehäuse und dem Rohluftbereich sind zu gewährleisten, sonst können Schäden am Motor entstehen.
- Auf der Reinluftseite ist die Verrohrung so zu wählen, dass sie nach außen absolut dicht ist. Die Innenseite der Reinluftrohre muss glatt sein, es dürfen sich keine Partikel oder ähnliches lösen können. Ein Abrutschen des Reinluftrohrs an den Dichtstellen muss unbedingt vermieden werden. Hierzu sind geeignete Halterungen vorzusehen.

- Die Position des Unterdrucksensors ist in einem geraden Rohrstück mit kürzestmöglichem Abstand zum Turbolader zu wählen. Die korrekte Anzeige des Sensors ist vom durchführenden Unternehmen zu gewährleisten.  
**Achtung: Gefahr von Motorschäden bei Anzeige zu geringer Werte!**
- Alle Ansaugrohre müssen eine Unterdruckbeständigkeit von 100 mbar sowie eine Temperaturbeständigkeit von min. 80°C (kurzfristig 100°C) aufweisen. Flexible Leitungen (z.B. Schläuche) sind nicht zulässig.

**Für Fahrzeuge bis einschließlich Abgasnorm Euro 6 gilt zusätzlich zu den Vorgaben niedriger Abgasnormen:**

- Änderungen an der Luftansaugung nur auf schriftliche Anfrage und Genehmigung durch MAN (Anschrift siehe „Herausgeber“).
- Einbauposition, Lage und Ausrichtung der Sensoren in der Ansauganlage dürfen nicht verändert werden.
- Bei Verlegung der Luftpresser Saugleitung ist auf ausreichend dimensionierte Querschnitte zu achten. Die Leitung muss eine Unterdruckstabilität von mindestens 250 mbar aufweisen und in einem Bereich von -40°C bis +120°C temperaturstabil sein.
- Eigenständiges Nachrüsten oder Entfernen des Sicherheitselementes (für erschwerten Einsatz) führt zur Nichteinhaltung der Emissionsgrenzwerte. Umbau ausschließlich durch MAN Werkstätten. Ggf. ist eine Parametrierung des Fahrzeuges erforderlich.

## 4.12.2 Änderungen an der Abgasführung

Generell sind Änderungen an der Abgasanlage zu vermeiden. Es stehen ab Werk mehrere Varianten für TGS/TGX zur Verfügung, die auf ihre Verwendbarkeit geprüft werden müssen. Auskunft über die Liefermöglichkeiten für das jeweilige Fahrzeug gibt die nächstliegende MAN-Verkaufs-Niederlassung.

Lässt sich eine Veränderung dennoch nicht vermeiden, gelten allgemein folgende Vorgaben:

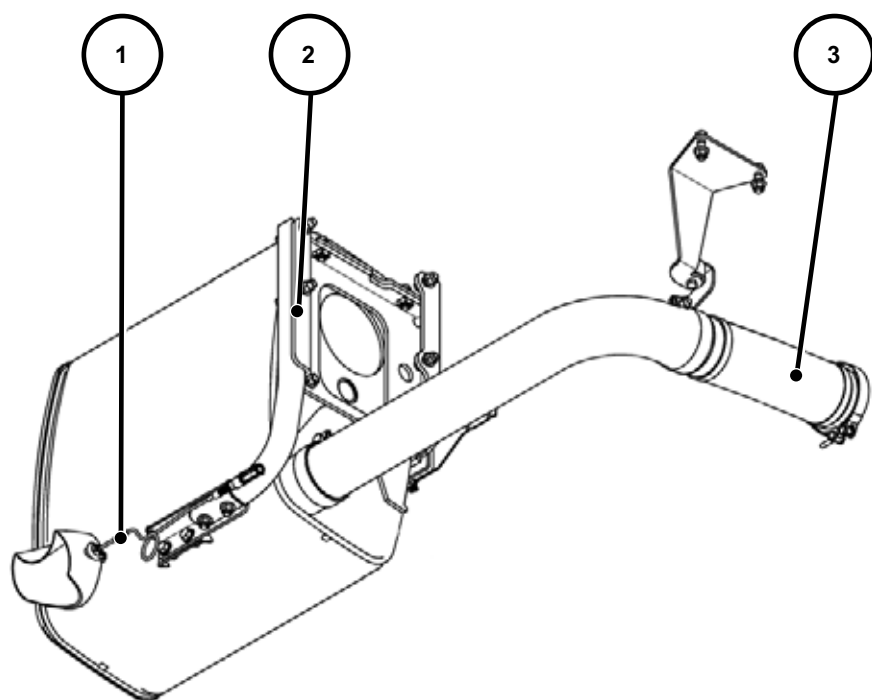
- Die Ableitung der Abgase muss ungehindert erfolgen können.
- Der Gegendruck in der Abgasanlage darf sich nicht verändern.
- Alle geräusch- und emissionsrelevanten gesetzlichen Vorschriften müssen erfüllt werden.
- Bei Änderungen an der Abgasanlage und der Abgasführung ist dafür Sorge zu tragen, dass der Abgasstrom keine Fahrzeugbauteile anbläst. Die Ausblasrichtung muss vom Fahrzeug weg zeigen (Vorschrift des entsprechenden Landes beachten, in Deutschland StVZO).
- Auch sind alle Vorschriften zu erfüllen, die von der Berufsgenossenschaft oder äquivalenten Einrichtungen bzgl. der betroffenen Bauteile gefordert werden (z.B. Oberflächentemperatur im Griffbereich).
- MAN kann bei veränderten Abgasanlagen
  - die Einhaltung der vorgenannten und anderer Vorschriften nicht gewährleisten. Die Verantwortung hierfür obliegt dem durchführenden Unternehmen. Dies gilt auch für Vorschriften in Bezug auf On-Board-Diagnose (OBD)
  - keine Auskunft über Verbrauchsänderungen oder über das Geräuschverhalten geben. Es ist eventuell eine erneute Geräuschabnahme erforderlich. Akustisch wirksame Bauteile dürfen nicht verändert werden. Bei Nichteinhaltung der Geräuschgrenzwerte erlischt die Betriebserlaubnis!
  - keine Aussage über die Einhaltung der gesetzlich vorgeschriebenen Abgasgrenzwerte machen. Es ist eventuell ein Abgasgutachten erforderlich. Bei Nichteinhaltung der Emissionsgrenzwerte erlischt die Betriebserlaubnis!

Abhängig von der Schadstoffklasse ist eine Veränderung der Abgasanlage möglich. Dazu sind folgende Hinweise zu beachten:

**Für Fahrzeuge bis einschließlich Abgasnorm Euro 4 gilt zusätzlich zu den allgemeinen Vorgaben:**

- Bei Versetzen des Abgasschalldämpfers ist darauf zu achten, dass die originale MAN-Abstützung sowie die grundsätzliche Einbaulage der Komponenten weiter verwendet wird. (siehe Bild 45: Darstellung der Abstützung für den Abgasschalldämpfer)
- Die Position des Temperatur- sowie des NO<sub>x</sub>- Sensors (bei OBD) am Abgasschalldämpfer darf nicht verändert werden.
- Änderungen des ab Werk verbauten MAN Kabelstrangs zu den Sensoren sind nicht zulässig. Falls andere Kabelstranglängen benötigt werden, sind Original MAN-Kabelstränge über den MAN-Ersatzteildienst zu beschaffen.
- CAN- Leitungen dürfen aus EMV-Gründen nicht entdrillt werden.
- Umbaumaßnahmen oder Veränderungen an der Abgasführung vom Abgaskrümmen bis zum Metallschlauch (flexibles Rohr zwischen rahmen- und motorfesten Bauteilen) sind nicht zulässig.
- Kein Ausblasen von Ladegut (z. B. Bitumen) mit Motorabgasen – **Gefahr von Schäden am Motor und am Abgasnachbehandlungssystem.**
- Querschnitte der Verrohrung in Form und/oder Fläche keinesfalls verändern. Die Rohrmaterialien müssen beibehalten werden.
- Schalldämpfer nicht modifizieren (auch nicht am Gehäuse), die Betriebserlaubnis erlischt.
- Bei Biegungen muss der Biegeradius mindestens dem doppelten Rohrdurchmesser entsprechen, Faltenbildung ist nicht zulässig.
- Es sind nur stetige Biegungen zulässig, keine Gehrungsschnitte.
- Die Funktion der OBD-relevanten Bauteile darf nicht beeinträchtigt werden. Bei Manipulation an OBD-relevanten Bauteilen erlischt die Betriebserlaubnis!
- Der Anschluss der Drucksensor-Leitung am Schalldämpfer muss immer nach oben zeigen, die darauf folgende Stahlleitung muss stetig steigend bis zum Sensor verlegt werden und eine Mindestlänge von 300 mm sowie eine Maximallänge von 400 mm (inkl. flexibler Leitung) haben. Die Messleitung ist in M01-942-X6CrNiTi1810-K3-8x1 D4-T3 auszuführen. Die Einbaulage des Drucksensors muss generell beibehalten bleiben (Anschluss unten).
- Wärmeempfindliche Teile (z.B. Leitungen, Reserveräder) müssen einen Mindestabstand von > 200 mm zu heißen Bauteilen der Abgasanlage haben, bei der Anbringung von Wärmeabschirmblechen an diesen Bauteilen einen Abstand ≥ 100 mm.

**Bild 45:** Darstellung der Abstützung für den Abgasschalldämpfer ESC-425

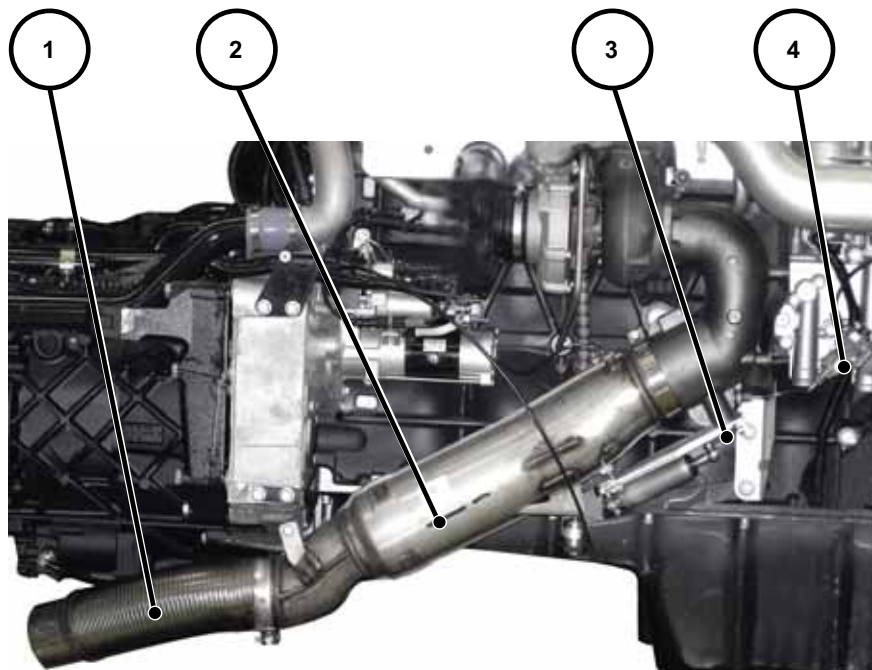


- |   |   |                  |
|---|---|------------------|
| 1 | = | Temperatursensor |
| 2 | = | Abstützung       |
| 3 | = | Metallschlauch   |

**Für Fahrzeuge mit Abgasnorm Euro 5 gilt zusätzlich zu den Vorgaben niedriger Abgasnormen:**

- Eine Verlängerung der Abgasführung ist ab dem Metallschlauch bis Abgasschalldämpfer um 1000 mm ohne entsprechende Hochtemperaturisolierung zulässig.
- Eine Verlängerung der Abgasführung ist ab dem Metallschlauch bis Abgasschalldämpfer > 1000 mm bis max. 2000 mm mit entsprechender Hochtemperaturisolierung zulässig.

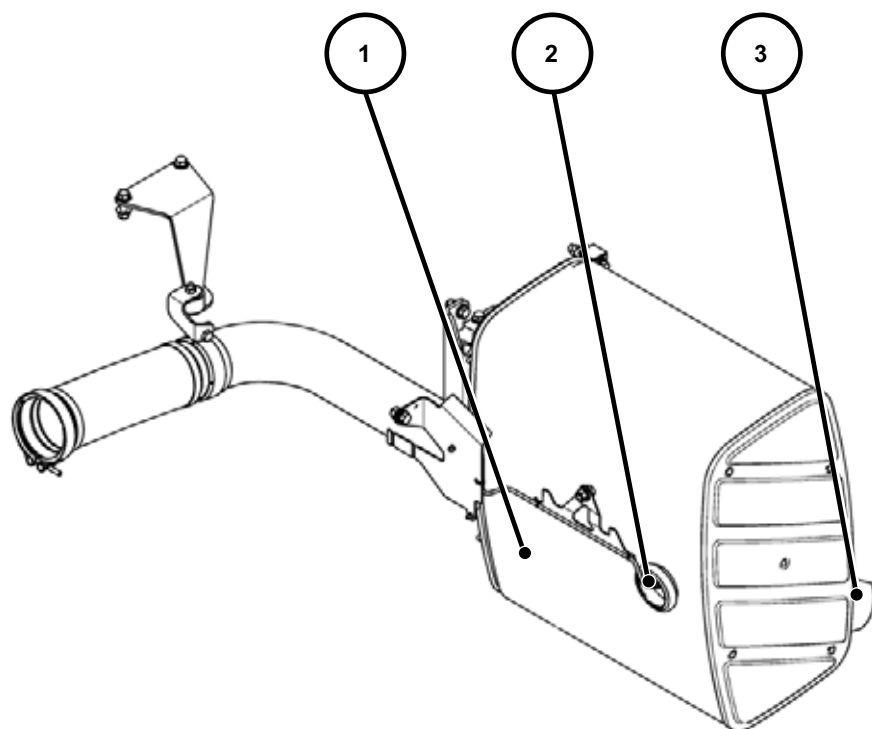
**Bild 46:** Abgasstrang, Mischer bis Metallschlauch ESC-426



- |   |   |                |
|---|---|----------------|
| 1 | = | Metallschlauch |
| 2 | = | Mischer        |
| 3 | = | Einspritzdüse  |
| 4 | = | Dosiermodul    |

- Als Abgasverrohrung sind ausschließlich nichtrostende-austenitische Edelstähle zu verwenden.  
Grund: Bei den sonst üblichen ferritischen Stählen führt das im Abgastrakt befindliche Ammoniak (Reaktionsprodukt aus AdBlue) zu Korrosion.
- Edelstahlrohre sind mit den zulässigen Schutzgasschweißverfahren (Angaben der Stahlhersteller beachten) und von dafür ausgebildeten Personen zu schweißen.

**Bild 47:** Position des NO<sub>x</sub>-Sensors (nur OBD mit NO<sub>x</sub>-Kontrolle, Vorschrift ab 10/2007) am Abgasschalldämpfer ESC-427



- 1 = Abgasschalldämpfer
- 2 = NO<sub>x</sub>-Sensor
- 3 = Temperatursensor

**Tabelle 21:** Übersicht der zu verwendenden nicht rostenden-austenitischen Stählen nach DIN 17440

**Werkstoffe:**

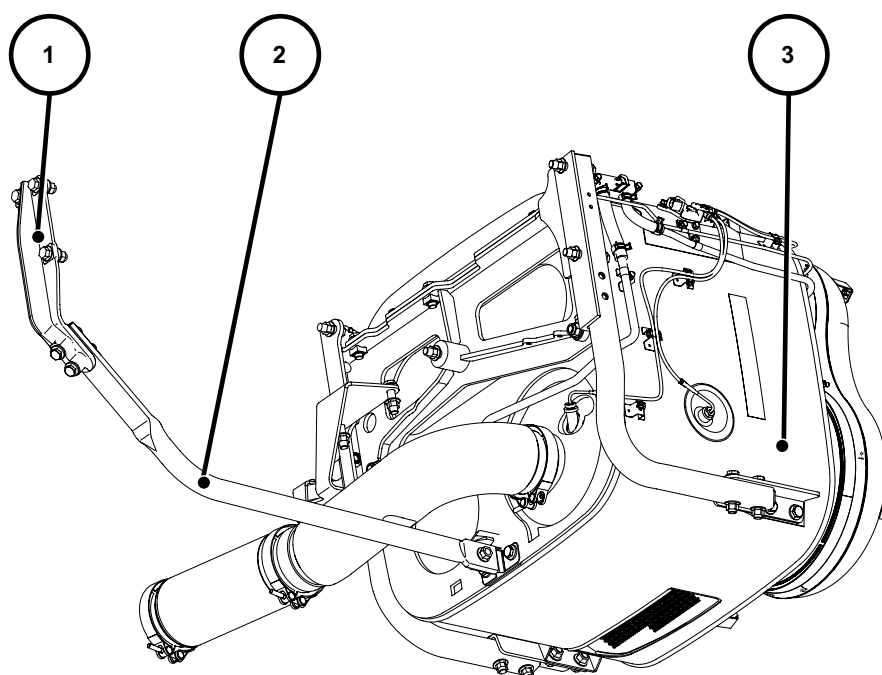
| Bezeichnung          | Werkstoffnummer |
|----------------------|-----------------|
| X 5 CrNi 18 10       | 1.4301          |
| X 2 CrNi 19 11       | 1.4306          |
| X 2 CrNiN 18 10      | 1.4311          |
| X 6 CrNiTi 18 10     | 1.4541          |
| X 6 CrNiNb 18 10     | 1.4550          |
| X 5 CrNiMo 17 12 2   | 1.4401          |
| X 2 CrNiMo 17 13 2   | 1.4404          |
| X 6 CrNiMoTi 17 12 2 | 1.4571          |
| X 2 CrNiMoN 17 13 3  | 1.4429          |
| X 2 CrNiMo 18 14 3   | 1.4435          |
| X 5 CrNiMo 17 13 3   | 1.4436          |
| X 2 CrNiMoN 17 13 5  | 1.4439          |

**Für Fahrzeuge mit Abgasnorm Euro 6 gilt zusätzlich zu den Vorgaben niedriger Abgasnormen:**

Aufgrund der sehr empfindlichen Sensierung der Abgasnachbehandlung sind sämtliche Arbeiten mit größter Sorgfalt durchzuführen. Die nachfolgenden Punkte dieses und aller anderen relevanten Kapitel sind strikt einzuhalten.

- Beim Versetzen des Abgasschalldämpfers ist die werkseitige Befestigung beizubehalten, gegebenenfalls anzupassen (siehe Bild 48: Abgasschalldämpfer seitlich rechts mit separatem Halter für Querstrebe).
- Beim Versetzen des Abgasschalldämpfers in den Rahmenknick ist (z.B. durch Distanzscheiben) der Schalldämpfer parallel zur Fahrzeuginnenachse auszurichten.
- Wird der Schalldämpfer an eine durch Querträger verstärkte Position versetzt, kann die Querstrebe am Schalldämpfer entfallen.
- Wird nur der AdBlue-Behälter versetzt, ist für die Querstrebe zum Abgasschalldämpfer eventuell ein separater Halter notwendig (Bezug über MAN Ersatzteilservice).

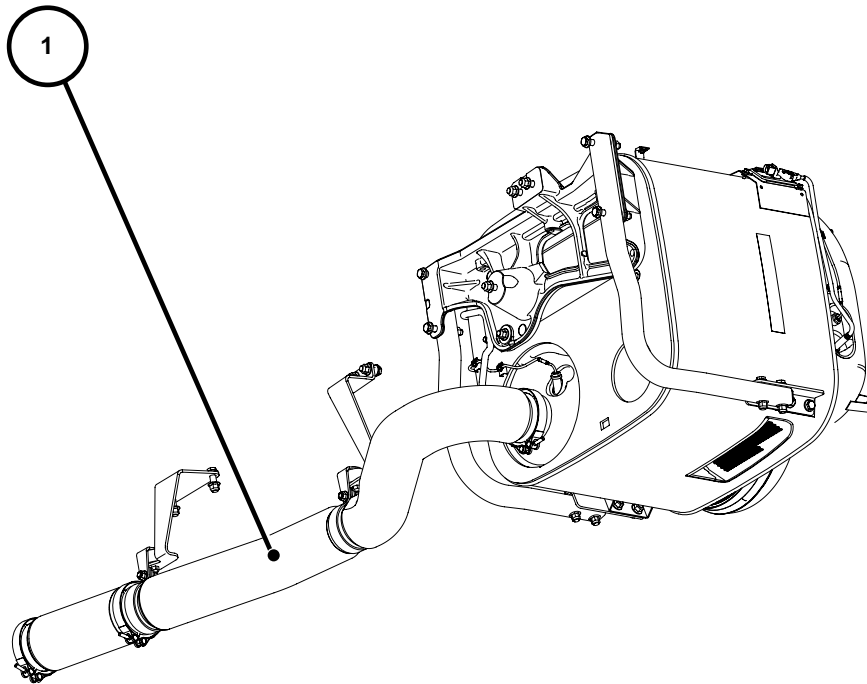
**Bild 48:** Abgasschalldämpfer seitlich rechts mit separatem Halter für Querstrebe ESC-580



- |   |   |                       |
|---|---|-----------------------|
| 1 | = | Halter für Querstrebe |
| 2 | = | Querstrebe            |
| 3 | = | Abgasschalldämpfer    |

Eine Verlängerung des Abgasrohres ist im Bereich ab dem flexiblen Metallschlauch bis zum Abgasschalldämpfer möglich (siehe Bild 49: Abgasschalldämpfer nach hinten versetzt).

**Bild 49:** Abgasschalldämpfer nach hinten versetzt ESC-581

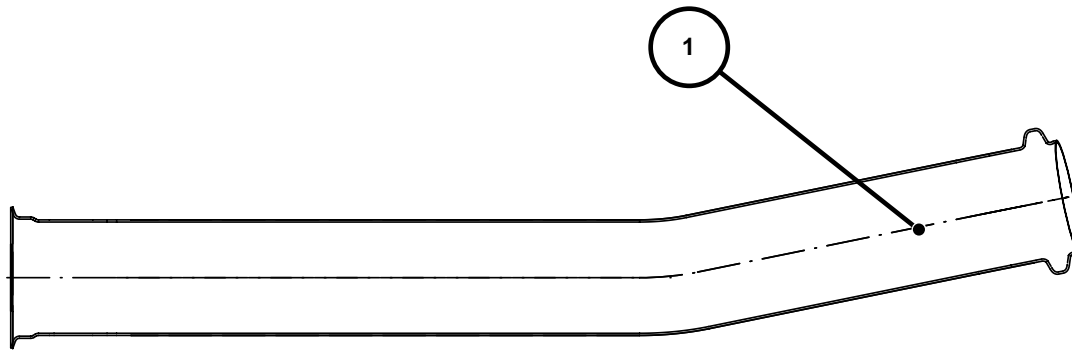


1 = Abgasrohr

Dabei darf das Abgasrohr zwischen flexiblem Metallschlauch und Abgasschalldämpfer folgende Längen (neutrale Faser) nicht überschreiten (siehe Bild 50: Neutrale Faser):

- TGS/TGX: 3200 mm

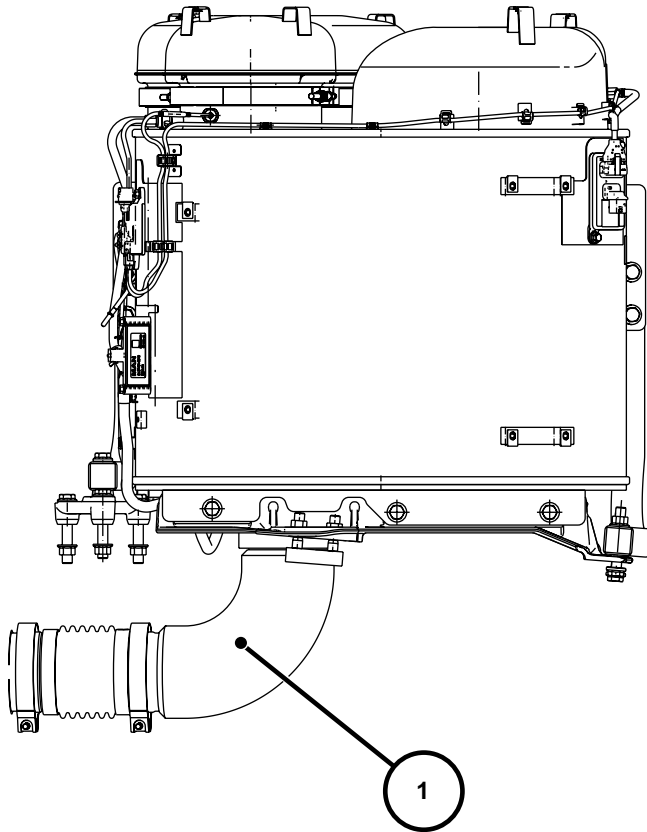
**Bild 50:** Neutrale Faser ESC-435



1 = Neutrale Faser

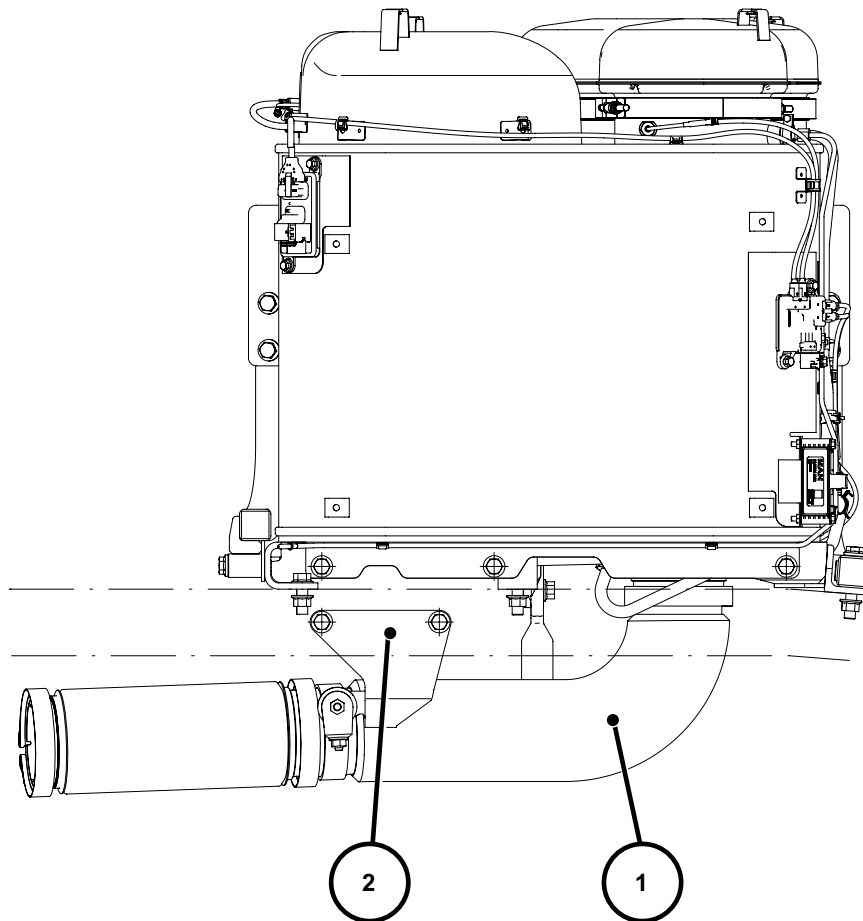
Bei Verlängerung des Abgasrohres ist zwischen Abgasrohr und Schalldämpfer ein flexibles Rohr (MAN Sachnummer: 81.15210.5017) zu verbauen. Ein zusätzlicher Befestigungspunkt ist am Ende des verlängerten Rohrs vorzusehen. Bei Fahrzeugen mit kurzem Anschlussbogen (siehe Bild 51: Abgasschalldämpfer mit kurzem Anschlussbogen) zum Abgasschalldämpfer ist kein zusätzlicher Halter notwendig. Bei Fahrzeugen mit langem Anschlussbogen (siehe Bild 52: Abgasschalldämpfer mit langem Anschlussbogen) ist der werkseitig verbaute Halter beizubehalten.

**Bild 51:** Abgasschaldämpfer mit kurzem Anschlussbogen ESC-434



1 = Kurzer Anschlussbogen

**Bild 52:** Abgasschalldämpfer mit langem Anschlussbogen ESC-582

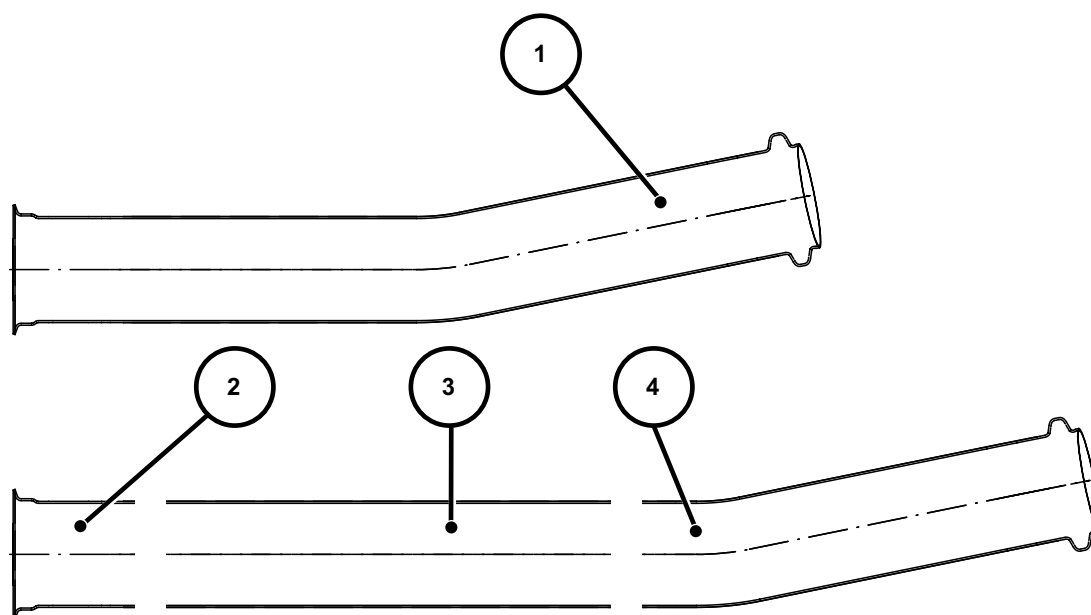


- |   |   |                       |
|---|---|-----------------------|
| 1 | = | Langer Anschlussbogen |
| 2 | = | Halterung             |

Um die Dichtigkeit der Abgasanlage zu gewährleisten müssen die folgenden Punkte eingehalten werden:

- Die Anschlüsse des Abgasrohres an den Enden müssen beibehalten werden.
- Um einen Schweißverzug an den Anschlüssen des Abgasrohres zu vermeiden, sind ca. 100 mm Abstand vom Anschluss bis zur Trennstelle einzuhalten.
- Trennstellen im Bereich von Biegungen sind nicht zulässig.
- Trennstellen im Bereich von Querschnittsänderungen sind nicht zulässig.
- Auspuffdichtungen sind nicht zur Wiederverwendung geeignet. Die Dichtungen müssen nach jeder Demontage des Abgasrohres erneuert werden. (TGS/X: 81.15901.0042).
- Auspuffschellen dürfen nicht aufgebogen werden.

**Bild 53:** Verlängerung des Abgasrohres ESC-436



- |   |   |                                                    |
|---|---|----------------------------------------------------|
| 1 | = | Abgasrohr Serie                                    |
| 2 | = | Anschluss des Abgasrohrs – muss beibehalten werden |
| 3 | = | Rohrstück zur Verlängerung des Abgasrohres         |
| 4 | = | Anschluss des Abgasrohrs – muss beibehalten werden |

Für die ab Werk verbaute Abgasanlage wird Edelstahl mit Werkstoffnummer 1.4301 verwendet.

Für die Abgasverrohrung sind ausschließlich nichtrostende-austenitische Edelstähle (siehe Tabelle 21) zu verwenden.

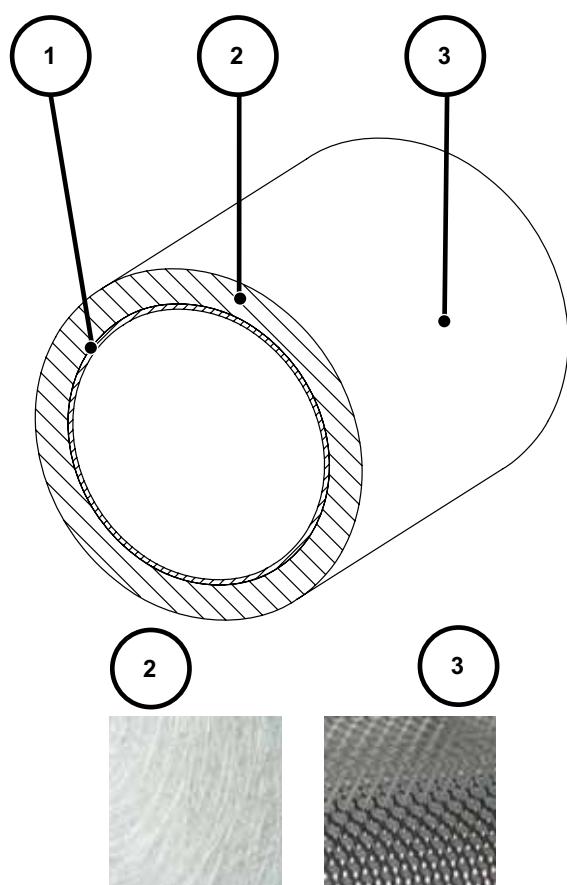
Grund: Bei den sonst üblichen ferritischen Stählen führt das im Abgastrakt befindliche Ammoniak (Reaktionsprodukt aus AdBlue) zu Korrosion.

Edelstahlrohre sind mit den zulässigen Schutzgasschweißverfahren (Angaben der Stahlhersteller beachten) und von dafür ausgebildeten Personen zu schweißen.

Das Abgasrohr ist bis zum Schalldämpfer vollständig zu isolieren. Die Isolierung besteht aus einer Glasfaser-Nadelmatte und einer Edelstahlfolie (NOSTAL), die folgenden Anforderungen entsprechen müssen:

- Glasfaser-Nadelmatte
  - Glasart: 100 % E-Glas
  - Temperaturbeständigkeit: Bis 600 Grad
  - Nicht brennbar (DIN 4102)
  - Gewicht: 1500 g/m<sup>2</sup> (ISO 3374)
  - Dicke: 10 mm (DIN EN ISO 5084, Prüffläche = 25 cm<sup>2</sup>, Prüfdruck = 10 g/cm<sup>2</sup>)
  - Breite: 1000 mm (DIN EN 1773)
- Makrostrukturierter Stahl NOSTAL (Noppen + Stahl)
  - Edelstahl 1.4301
  - Materialdicke 0,3 mm
  - Strukturdicke 1,5 mm

**Bild 54:** Abgasrohr mit Isolierung ESC-437



- |   |   |                                  |
|---|---|----------------------------------|
| 1 | = | Abgasrohr                        |
| 2 | = | Glasfaser-Nadelmatte             |
| 3 | = | Makrostrukturierter Stahl NOSTAL |

Beschädigungen der Isolierung des Abgasrohres sind zu vermeiden. Bei größeren Beschädigungen kann ein Erneuern des Abgasrohres notwendig sein.

**Hinweise:**

- Sensoren und Messeinrichtungen am Schalldämpfer dürfen nicht verändert werden.
- Bei versetztem Schalldämpfer ist darauf zu achten, dass keine Aggregate vom Abgas angeblasen oder erwärmt werden.
- Bei Versetzen des Schalldämpfers ist die Anpassung der Rohrleitungen und der elektrischen Kabelstränge notwendig (siehe Kap. 4.12.3 – Änderungen am AdBlue-System).

Aufbauten müssen so gestaltet werden, dass die Wartungsöffnungen am Abgasschalldämpfer zugänglich sind. Das Filterelement muss entnommen und wieder eingesetzt werden können.

### 4.12.3 AdBlue-System

Bei den Baureihen TGS und TGX wird erstmals ab der Abgasnorm Euro 5 AdBlue zur Abgasnachbehandlung eingesetzt. Das System besteht bei Fahrzeugen mit der Abgasnorm Euro 5 aus den Hauptkomponenten AdBlue-Tank und dem Fördermodul und dem Dosiermodul (siehe Bild 55: Schematischer Aufbau des AdBlue-System in Euro 5-Fahrzeugen). Bei Fahrzeugen mit der Abgasnorm Euro 6 ist das Förder- und Dosiermodul zu einer Einheit – dem kombinierten Förder- und Dosiermodul – zusammengefasst (siehe Bild 56: Schematischer Aufbau des AdBlue-System in Euro 6-Fahrzeugen).

Die Vorgaben für Fahrzeuge mit Abgasnorm Euro 5 gelten analog für Fahrzeuge TGS-WW mit Euro 4 SCR und Conama P7.

#### 4.12.3.1 Grundlagen und Aufbau des AdBlue-Systems

Über das Förder- und Dosiermodul wird AdBlue über eine Einspritzdüse in den Abgasschalldämpfer eingebracht. Das AdBlue reagiert mit den Abgasen und mindert so die enthaltenen Schadstoffe.

**Bild 55:** Schematischer Aufbau des AdBlue-System in Euro 5-Fahrzeugen ESC-419

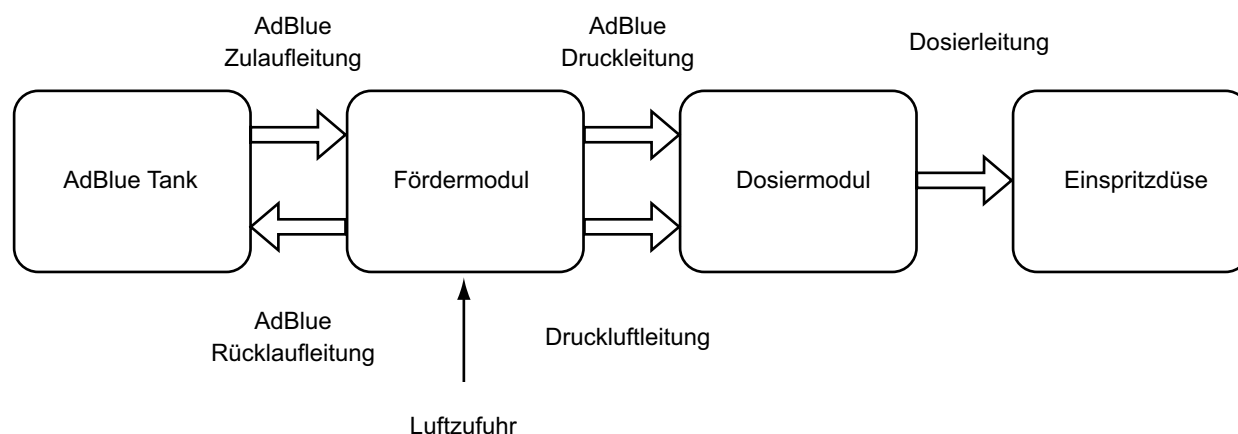
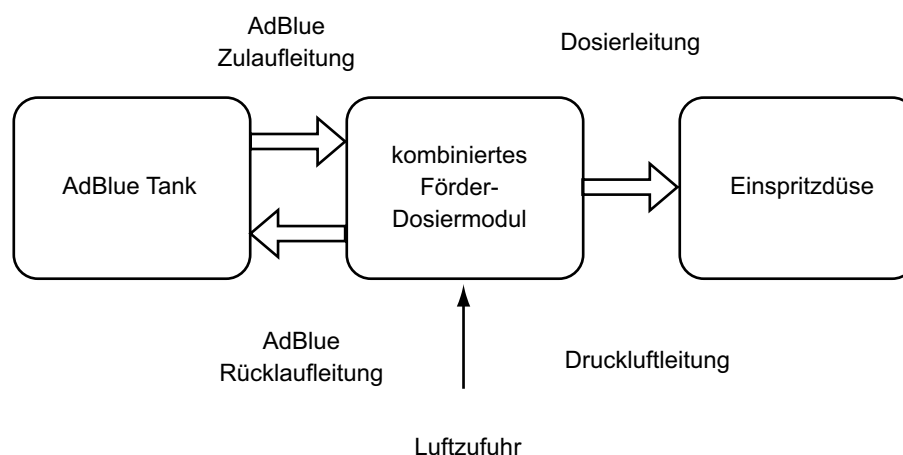
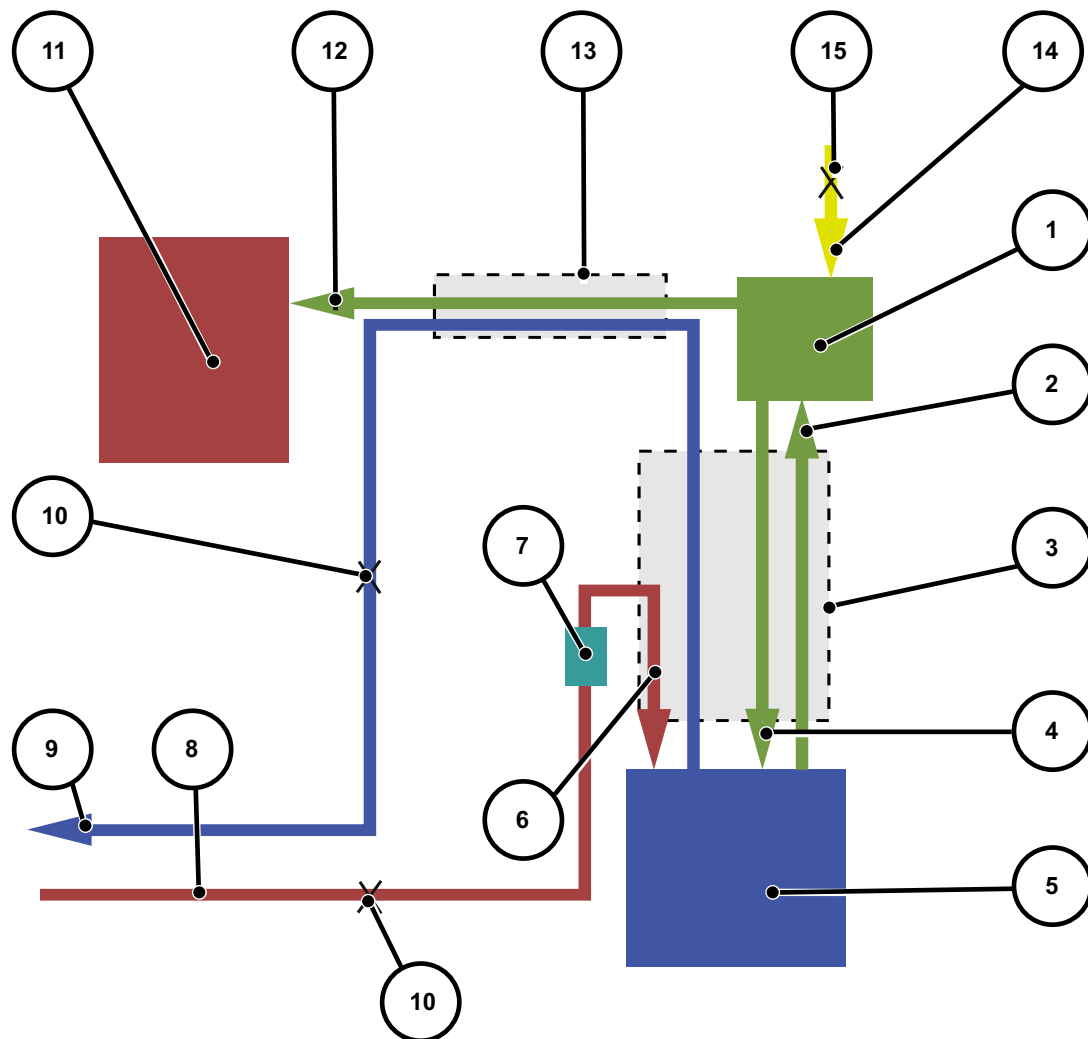


**Bild 56:** Schematischer Aufbau des AdBlue-System in Euro 6-Fahrzeugen ESC-419a



Die Komponenten des AdBlue-Systems sind über einen Leitungsstrang miteinander verbunden. In diesem Leitungsstrang sind sowohl AdBlue-Leitungen als auch Heizwasserleitungen enthalten. Die Leitungen sind teilweise mit einer Isolierung ummantelt um die AdBlue führenden Leitungen vor Kälte zu schützen. In Heizwasserleitungen wird zusätzlich warmes Kühlwasser vom Motor abgezweigt um das System auch bei tiefen Temperaturen einsatzfähig zu halten (siehe Bild 57: Schematische Darstellung der Leitungsführung des AdBlue-Systems bei Abgasnorm Euro 6).

**Bild 57:** Schematische Darstellung der Leitungsführung des AdBlue-Systems bei Abgasnorm Euro 6 ESC-813



- |    |   |                                                                                      |
|----|---|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | = | AdBlue - Fördermodul                                                                 |
| 2  | = | AdBlue - Vorlaufleitung vom AdBlue-Tank zum Fördermodul                              |
| 3  | = | Isolierung des Schlauchpakets                                                        |
| 4  | = | AdBlue - Rücklaufleitung vom Fördermodul zum Harnstofftank                           |
| 5  | = | Harnstofftank                                                                        |
| 6  | = | Heizwasser – Vorlaufleitung vom Wasserabschaltventil zum AdBlue-Tank                 |
| 7  | = | Wasserabschaltventil im Bereich des AdBlue-Tanks                                     |
| 8  | = | Heizwasser – Vorlaufleitung vom Anschluss Fahrerhausheizung zum Wasserabschaltventil |
| 9  | = | Heizwasser – Rücklaufleitung vom AdBlue-Tank zum Motor                               |
| 10 | = | Trennstelle, an der die Heizwasserleitung aufgetrennt werden darf                    |
| 11 | = | Abgasschalldämpfer                                                                   |
| 12 | = | Dosierleitung vom Fördermodul zum Abgasschalldämpfer                                 |
| 13 | = | Isolierung des Schlauchpakets                                                        |
| 14 | = | Druckluftleitung                                                                     |
| 15 | = | Trennstelle an der Druckluftleitung                                                  |

## Hinweise zum AdBlue-System

AdBlue (DIN 70070) ist der Markenname für eine wässrige, synthetisch hergestellte 32,5%ige Harnstofflösung, die zur Abgasnachbehandlung im SCR-Katalysator (Selective Catalytic Reduction) verwendet wird.

AdBlue ist ungiftig, wirkt jedoch hochkorrosiv auf Nicht-Edelstähle und Buntmetalle (z.B. Kupferdichtungen oder elektrische Kontakte). Ebenso werden nicht AdBlue beständige Kunststoffe angegriffen (z.B. elektrische Leitungen oder Schläuche). Ausgetretenes AdBlue ist daher sofort aufzunehmen und die betroffene Stelle mit warmem Leitungswasser zu reinigen.

Es ist unbedingt zu vermeiden, dass AdBlue - z.B. durch Vertauschen von Leitungen – in den Kühlkreislauf gelangt, was Motorschäden zur Folge hat.

## Veränderungen am AdBlue-System

Vor einem Umbau ist im Vorfeld zu prüfen, ob auf bestehende MAN-Varianten des AdBlue-Systems zurückgegriffen werden kann.

Aufgrund der sehr empfindlichen Sensierung der Abgasnachbehandlung sind sämtliche Arbeiten mit größter Sorgfalt durchzuführen und die nachfolgenden Punkte dieses und aller anderen relevanten Kapitel strikt einzuhalten.

Jegliche Umbaumaßnahmen sind von dafür ausgebildetem Personal durchzuführen.

## Bei Arbeiten am AdBlue-System sind folgende Punkte zu beachten:

- Die Notwendigkeit einer Inbetriebnahme des Fördermoduls gemäß Reparaturanleitung ist nach allen Arbeiten am Fördermodul zu prüfen, insbesondere nach dem Versetzen oder einem Austausch des Fördermoduls.
- Ein Versetzen des Fördermoduls bei Fahrzeugen mit Abgasnorm Euro 5 ist nur innerhalb der in der Installationsübersicht des Fördermoduls (s. Bild 60: Installationsübersicht Fördermodul Euro 5) angegebenen Grenzen zulässig.
- Bei Fahrzeugen mit Abgasnorm Euro 6 ist ein Versetzen des Fördermoduls nicht zulässig. Beim Versetzen von AdBlue-Tank und Abgasschalldämpfer sind die in Installationsübersicht des Fördermoduls (s. Bild 61: Installationsübersicht Fördermodul Euro 6) angegebenen Grenzen einzuhalten.
- Auf den korrekten Anschluss der Leitungen ist unbedingt zu achten. Gelangt AdBlue ins Kühlsystem besteht die Gefahr von Motorschäden.
- Die Heizwasser-Vorlaufleitung zum AdBlue-Tank darf nicht mit den anderen Leitungen gebündelt werden.
- Leitungen dürfen nicht geknickt werden und sind in ausreichend großen Radien zu verlegen. Bei der Verlegung darf kein Siphon entstehen.
- Stecker an Leitungen dürfen nicht wiederverwendet werden. Es sind grundsätzlich neue, von MAN freigegebene Stecker zu verwenden und mit den freigegebenen Spannschellen zu verpressen.
- Dornprofil darf beim Einpressen in die Leitung nicht gefettet werden.
- Der Gefrierpunkt von AdBlue liegt bei -11°C. Wird die Isolierung des Leitungsstrangs – auch nur teilweise – entfernt, ist eine dem Serien-Leitungsstrang gleichwertige Isolierung gegen Kälte anzubringen.
- Vorhandene Heizleitungen dürfen nicht entfernt werden.
- Die Führung der Heizleitungen – insbesondere die Beheizung der Dosierleitung bis zum Dosiermodul (bei Fahrzeugen mit Abgasnorm Euro 5) bzw. zur Stahlleitung am Schalldämpfer (bei Fahrzeugen mit Abgasnorm Euro 6) – ist grundsätzlich beizubehalten.
- Die Enden der Isolierung sind mit geeignetem Klebeband zu verschließen
- Das AdBlue-System – insbesondere neu verpresste Stecker – ist auf Dichtigkeit zu prüfen.

### 4.12.3.2 AdBlue Leitungsstrang

Im AdBlue-Leitungsstrang werden Heizwasser (vom Motorkühlmittelkreislauf abgezweigt) und AdBlue geführt. Nachfolgend ist beschrieben, welche Punkte bei Anpassungen des Leitungsstrangs zu beachten sind. Die maximal zulässigen Längen der einzelnen Leitungen stellen gleichzeitig die Grenzen für das Versetzen von Komponenten des AdBlue-Systems dar.

Werden Komponenten des AdBlue-Systems versetzt, so kann eine Anpassung der Einzeleleitungen des AdBlue-Leitungsstrangs notwendig sein. Nachfolgend ist beschrieben, wie die Leitungen ausgeführt sind und welche Leitungen jeweils betroffen sind.

Die Anpassung der Leitungen ist im Absatz „Verlängerung/Verkürzung der Stränge aus den AdBlue- und Heizwasserleitungen“ beschrieben.

#### Fahrzeuge mit Abgasnorm Euro 5

##### Beschreibung der Leitungen:

- Vor- und Rücklaufleitung AdBlue: Abmessungen: 8,8 x 1,4 mm Material PA-PUR, Rohrfarbe schwarz, gelbe Schrift (siehe Bild 58: Kennzeichnung AdBlue-Leitung)
- Vor- und Rücklaufleitung Heizwasser zum Beheizen des AdBlue-Systems Abmessungen: 9 x 1,5 mm, Material PA12-PHL-Y, Rohrfarbe schwarz, weiße Schrift (siehe Bild 59: Kennzeichnung Heizwasserleitung)

**Bild 58:** Kennzeichnung AdBlue-Leitung ESC-428

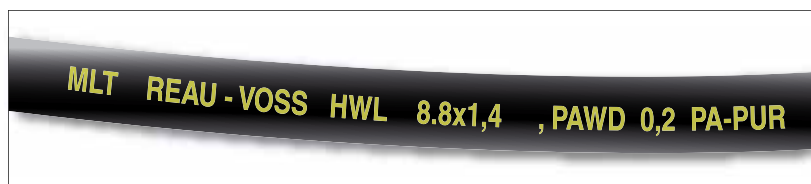


**Bild 59:** Kennzeichnung Heizwasserleitung ESC-429



##### Maximale Längen der Leitungen des AdBlue-Leitungsstrangs:

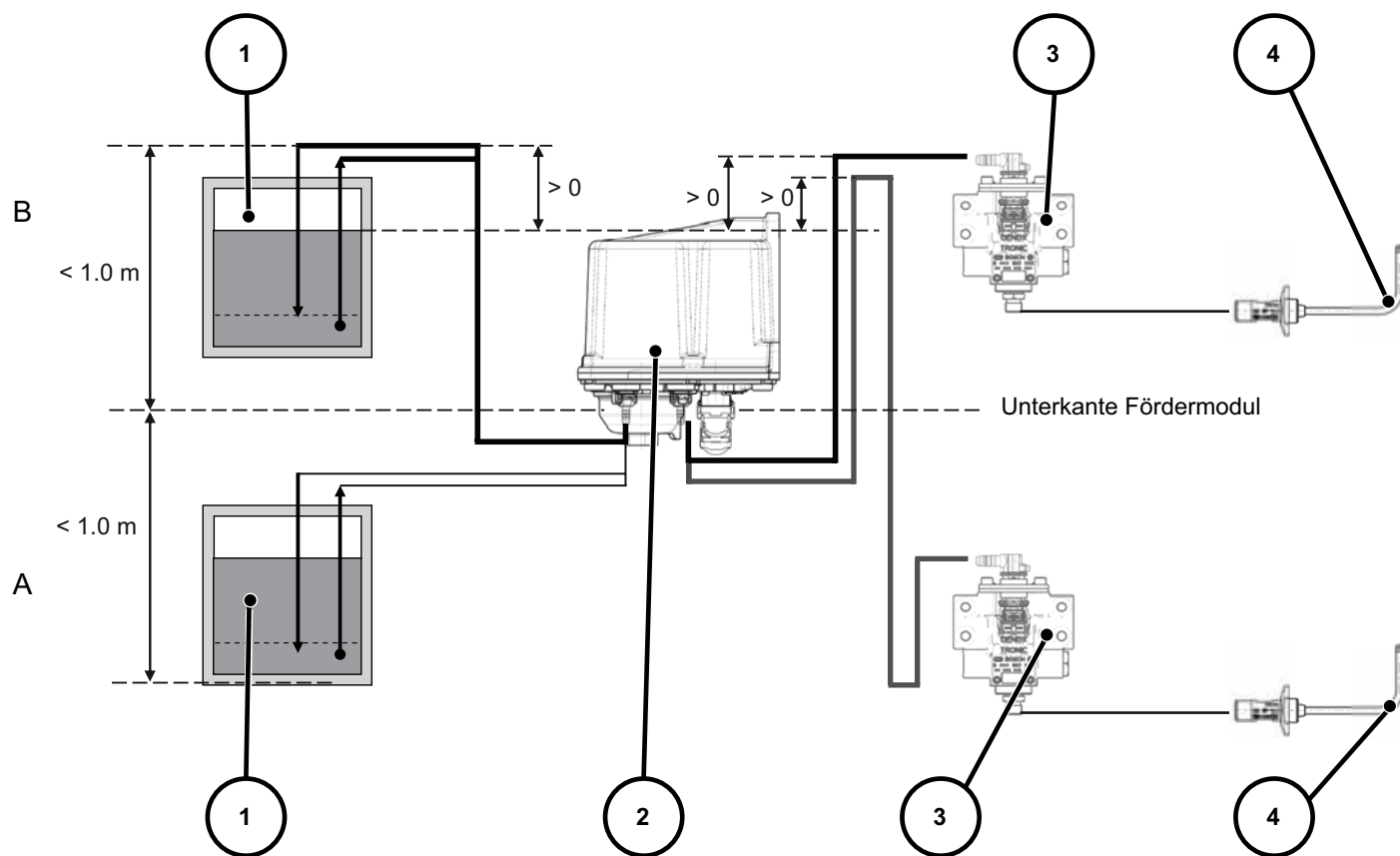
Dosierleitung (zwischen Fördermodul und Dosiermodul):

- maximal 3000 mm

Leitungen zwischen Fördermodul und AdBlue-Tank:

- max. 6000 mm
- bei kürzeren Leitungslängen ist eine Höhendifferenz von + 1000 mm / - 1000 mm zulässig (siehe Bild 60: Installationsübersicht Fördermodul EURO 5)

**Bild 60:** Installationsübersicht Fördermodul EURO 5 ESC-422



Quelle: Bosch - Installationsrichtlinie

- 1 = AdBlue-Tank
- 2 = Fördermodul
- 3 = Dosiermodul
- 4 = Harnstoffdüse

## Fahrzeuge mit Abgasnorm Euro 6

### Beschreibung der Leitungen:

- Vor- und Rücklaufleitung AdBlue, Dosierleitung  
Abmessungen: 3,2 x 2,65 mm, Material EPDM, Schlauchfarbe schwarz, weiße Schrift
- Heizwasservorlaufleitung vom Wasserabschaltventil zum AdBlue-Tank und Heizwasserrücklaufleitung  
Abmessungen: 6 x 3 mm, Material EPDM, Schlauchfarbe schwarz, weiße Schrift
- Heizwasservorlaufleitung zum Wasserabschaltventil  
Abmessungen: 9x1,5 mm, Material PA, Rohrfarbe schwarz, weiße Schrift

### Mindestbiegeradien

- Heizwasserleitung aus PA: mindestens 40 mm
- Heizwasserleitung aus EPDM: mindestens 35 mm
- AdBlue-Leitungen aus EPDM: mindestens 17 mm
- gebündelte Leitungsstränge: mindestens 35 mm

### Maximale Längen der Leitungen des AdBlue-Leitungsstrangs:

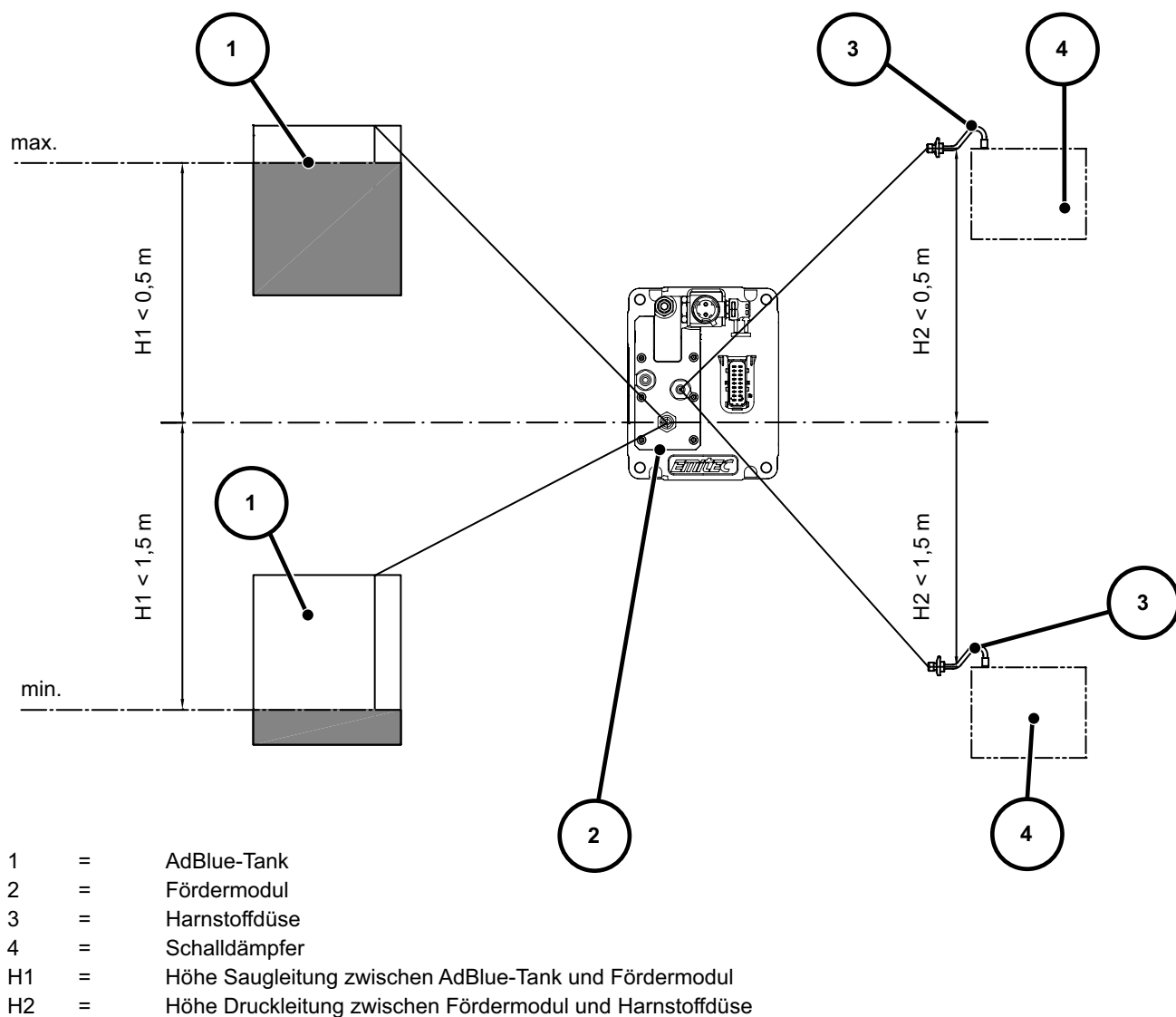
Dosierleitung (zwischen Fördermodul und Abgasschalldämpfer):

- maximal 3000 mm
- stetig fallender Verlauf zum Abgasschalldämpfer hin wird empfohlen
- bei steigendem Verlauf können Ablagerungen in der Leitung entstehen

Leitungen zwischen Fördermodul und AdBlue-Tank:

- maximal 4550 mm (derzeit längste ab Werk gebaute Variante)
- eine Höhendifferenz von + 500 mm / - 1500 mm ist zulässig (siehe Bild 61: Installationsübersicht Fördermodul Euro 6)

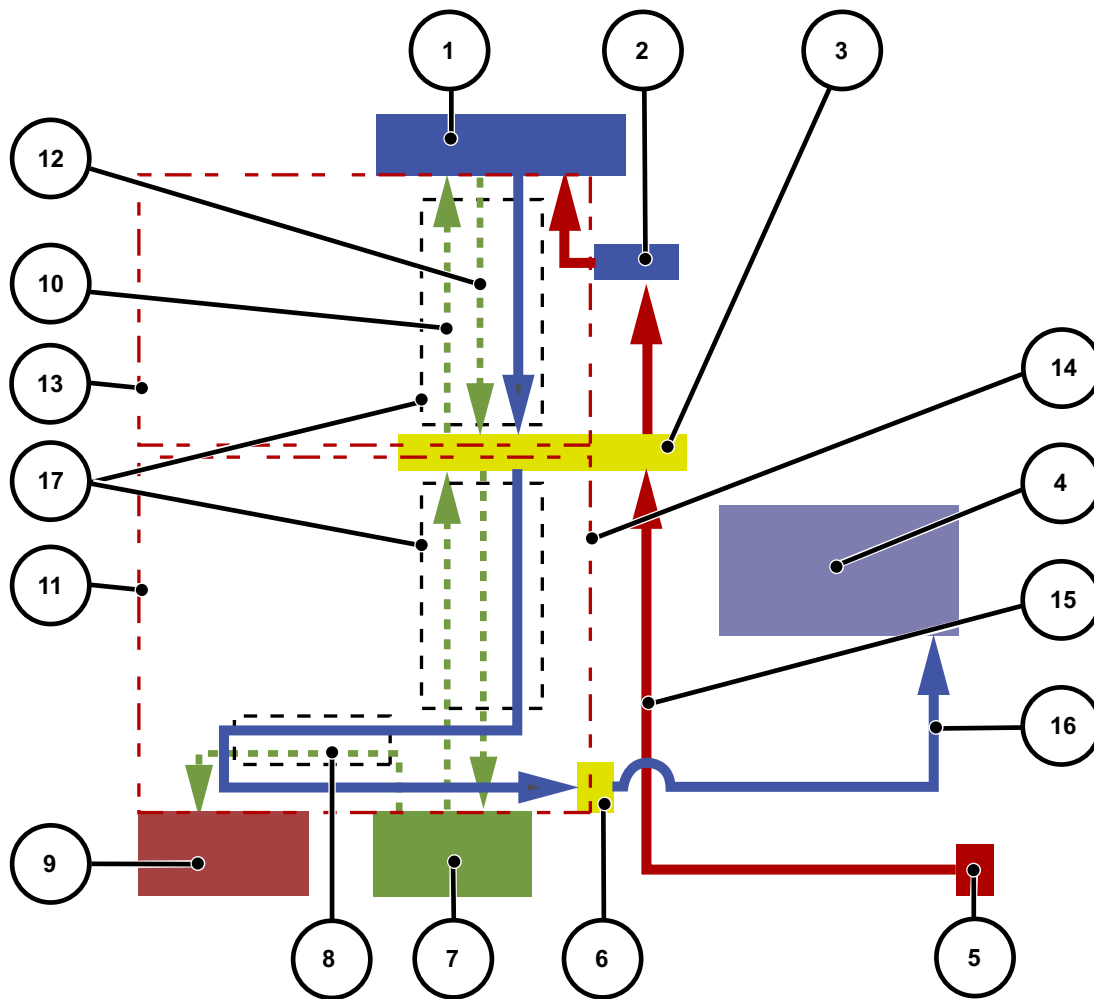
**Bild 61:** Installationsübersicht Fördermodul EURO 6 ESC-438



#### Versetzen von AdBlue-Fördermodul, AdBlue-Tank und Abgasschalldämpfer

Bei Nicht-Allrad Fahrzeugen (hierunter fallen alle Fahrzeuge **ohne** Verteilergetriebe) ist eine Trennstelle für die Leitungen zum AdBlue-Tank vorhanden. An dieser Trennstelle ist eine Verlängerung / Verkürzung des Leitungsstrangs möglich.

**Bild 62:** Funktionsschema Euro 6 mit Trennstelle ESC-818



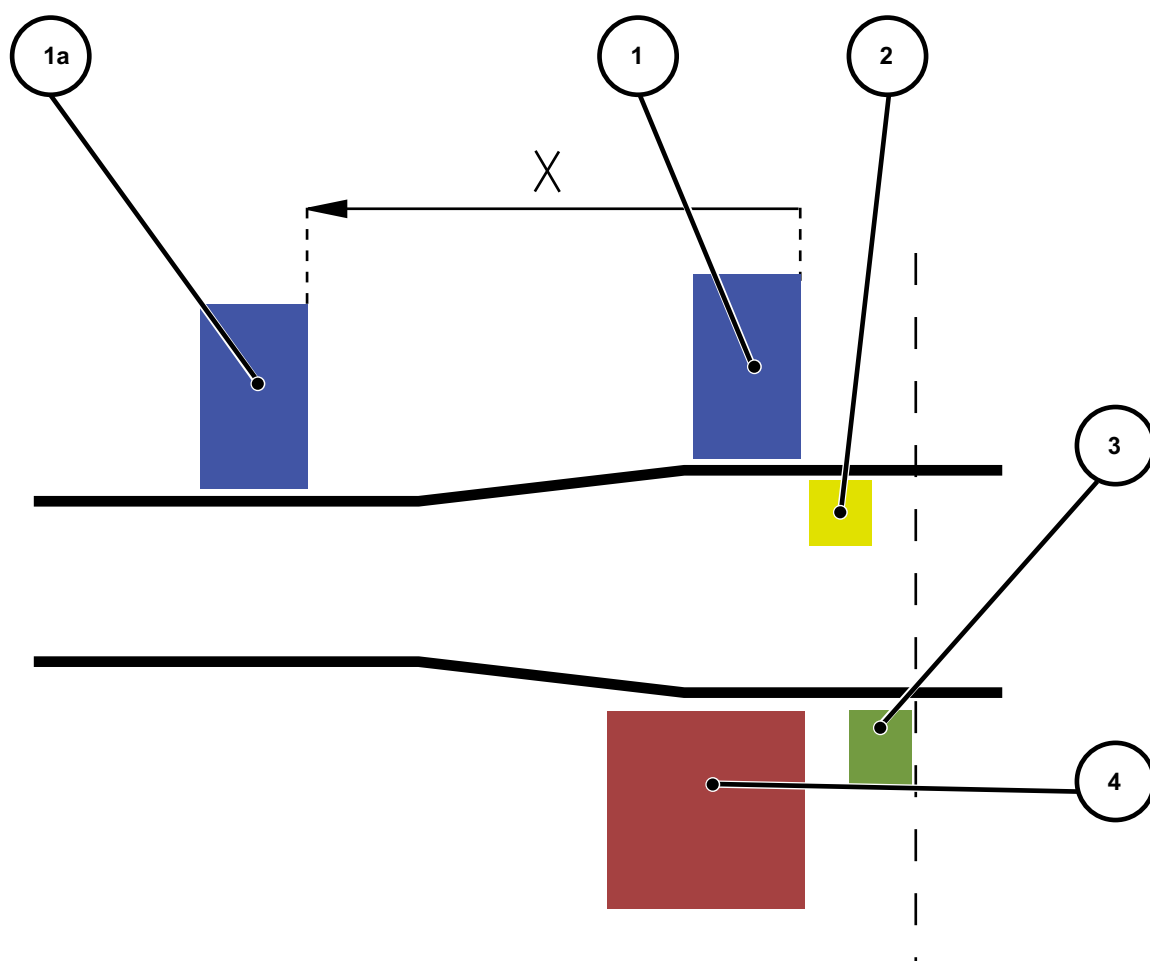
- |    |   |                                                  |
|----|---|--------------------------------------------------|
| 1  | = | AdBlue-Tank                                      |
| 2  | = | Wasserabschaltventil                             |
| 3  | = | Trennstelle AdBlue und Heizwasser                |
| 4  | = | Motor                                            |
| 5  | = | Anschluss Heizwasserleitung an Fahrerhausheizung |
| 6  | = | Übergabestelle Heizwasser                        |
| 7  | = | Fördermodul                                      |
| 8  | = | AdBlue-Dosierleitung                             |
| 9  | = | Schalldämpfer                                    |
| 10 | = | AdBlue-Rücklaufleitung                           |
| 11 | = | Leitungssatz Fördermodul                         |
| 12 | = | AdBlue-Vorlaufleitung                            |
| 13 | = | Leitungssatz Tank                                |
| 14 | = | Abgrenzung Leitungssatz                          |
| 15 | = | Heizwasserleitung Vorlauf                        |
| 16 | = | Heizwasserleitung Rücklauf                       |
| 17 | = | Ummantelung                                      |

Die Position der Trennstelle am linken Hauptrahmenlängsträger, auf der Innenseite des Längsträgers vor dem Getriebequerträger (siehe Bild 63: Versetzen des AdBlue-Tanks bei Nicht-Allrad-Fahrzeugen) darf nicht verändert werden.

## Hinweise zum Anpassen des Leitungsstrangs beim Versetzen des AdBlue-Tanks

- 1.) Bei Nicht-Allrad-Fahrzeugen (Fahrzeuge ohne Verteilergetriebe, Anbau AdBlue-Tank links) ist wie folgt vorzugehen:
- Versetzen des AdBlue-Tanks wie im Kapitel 4.12.3.3 „AdBlue-Tank“ beschrieben
  - Notwendige Anpassungen am Leitungsstrang
    - Bei Versetzen des AdBlue-Tanks in Richtung Fahrzeugheck
      - ist der werkseitig verbaute Leitungsstrang durch den längsten von MAN angebotenen Leitungssatz zu ersetzen und einzukürzen.  
(Bezug über MAN Ersatzteildienst; MAN Sachnummer: 81.15400.6116)
      - ist die Heizwasservorlaufleitung zum Wasserabschaltventil durch die längste von MAN angebotene Leitung zu ersetzen und gegebenenfalls einzukürzen.  
(Bezug über MAN Ersatzteildienst; MAN Sachnummer: 81.15407.6027)
    - Bei Versetzen des AdBlue-Tanks in Richtung Fahrerhaus kann
      - der werkseitig verbaute Leitungssatz eingekürzt werden
      - die werkseitig verbaute Heizwasservorlaufleitung eingekürzt werden
    - Das Kürzen der Leitungen ist hier nur an der Trennstelle zulässig
    - Bei Versetzen des AdBlue-Tanks auf die rechte Seite ist die Beschreibung unter Punkt 2 in diesem Absatz zu beachten.
  - Beschreibung der Leitungsverlängerung, siehe Absatz „Verlängerung / Verkürzung der AdBlue- und Heizwasserleitungen“
  - zur Anpassung der elektrischen Verkabelung siehe Kapitel 4.12.3.5 „AdBlue-Kabelstrang“

**Bild 63:** Versetzen des AdBlue-Tanks bei Nicht-Allrad-Fahrzeugen ESC-815



- 1 = AdBlue-Tank an Serienposition
- 1a = AdBlue-Tank an versetzter Position
- 2 = Trennstelle
- 3 = Fördermodul
- 4 = Abgasschalldämpfer
- X = Wegstrecke, um die das Aggregat versetzt wird, maximale Längen sind zu beachten

**Bild 64:**           Anschlüsse an der Trennstelle ESC-486



- 2.) Bei Allrad-Fahrzeugen (hierunter fallen alle Fahrzeuge mit Verteilergetriebe) gibt es keine Trennstelle am AdBlue-Leitungsstrang (siehe Bild 65: Funktionsschema Euro6 ohne Trennstelle). Auf der linken Fahrzeugseite ist nur die serienmäßige Position des AdBlue-Tanks zulässig.

Es besteht sowohl bei Allrad-Fahrzeugen als auch bei Nicht-Allrad-Fahrzeugen die Möglichkeit, den AdBlue-Tank auf die rechte Seite zu versetzen (siehe Bild 63 Versetzen des AdBlue-Tanks bei Allrad- und Nicht-Allrad-Fahrzeugen).

Dazu ist der längste von MAN angebotene Leitungssatz zu verwenden und anzupassen (Bezug über MAN Ersatzteildienst, MAN Sachnummern siehe Tabelle 22: Längster AdBlue-Kabelstrang in Abhängigkeit von Fahrerhaus und Auspuff).

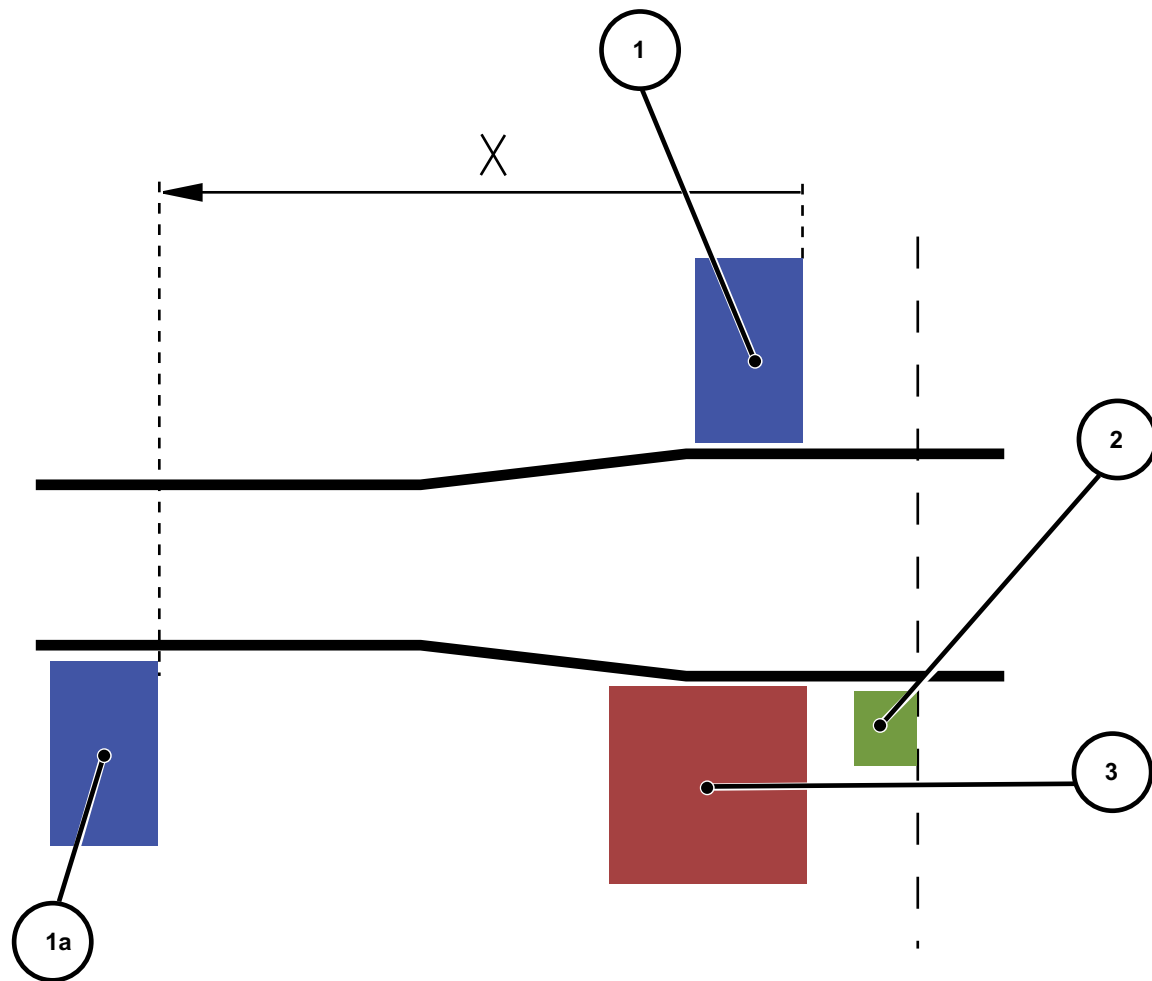
Eine gegebenenfalls notwendige Kürzung zu langer Leitungen ist am AdBlue-Tankanschluss durchzuführen. Die Heizwasserleitung vom Wasserabschaltventil zum AdBlue-Tank ist beizubehalten.



**Tabelle 22: Längster AdBlue-Kabelstrang in Abhängigkeit von Fahrerhaus und Auspuff**

| MAN Sachnummer | Fahrerhausvariante                                                                 | Auspuffvariante | Länge zwischen Fördermodul und Tank |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|
| 81.15400.6121  | M-Fahrerhaus                                                                       | Bodenauslass    | ca. 2500 mm                         |
| 81.15400.6123  | M-Fahrerhaus                                                                       | Hochgezogen     | ca. 2500 mm                         |
| 81.15400.6120  | L-Fahrerhaus<br>LX-Fahrerhaus<br>XL-Fahrerhaus<br>XLX-Fahrerhaus<br>XXL-Fahrerhaus | Bodenauslass    | ca. 2300 mm                         |
| 81.15400.6142  | L-Fahrerhaus<br>LX-Fahrerhaus<br>XL-Fahrerhaus<br>XLX-Fahrerhaus<br>XXL-Fahrerhaus | Hochgezogen     | ca. 2300 mm                         |

**Bild 66:** Versetzen des AdBlue-Tanks bei Allrad- und Nicht-Allrad-Fahrzeugen ESC-816

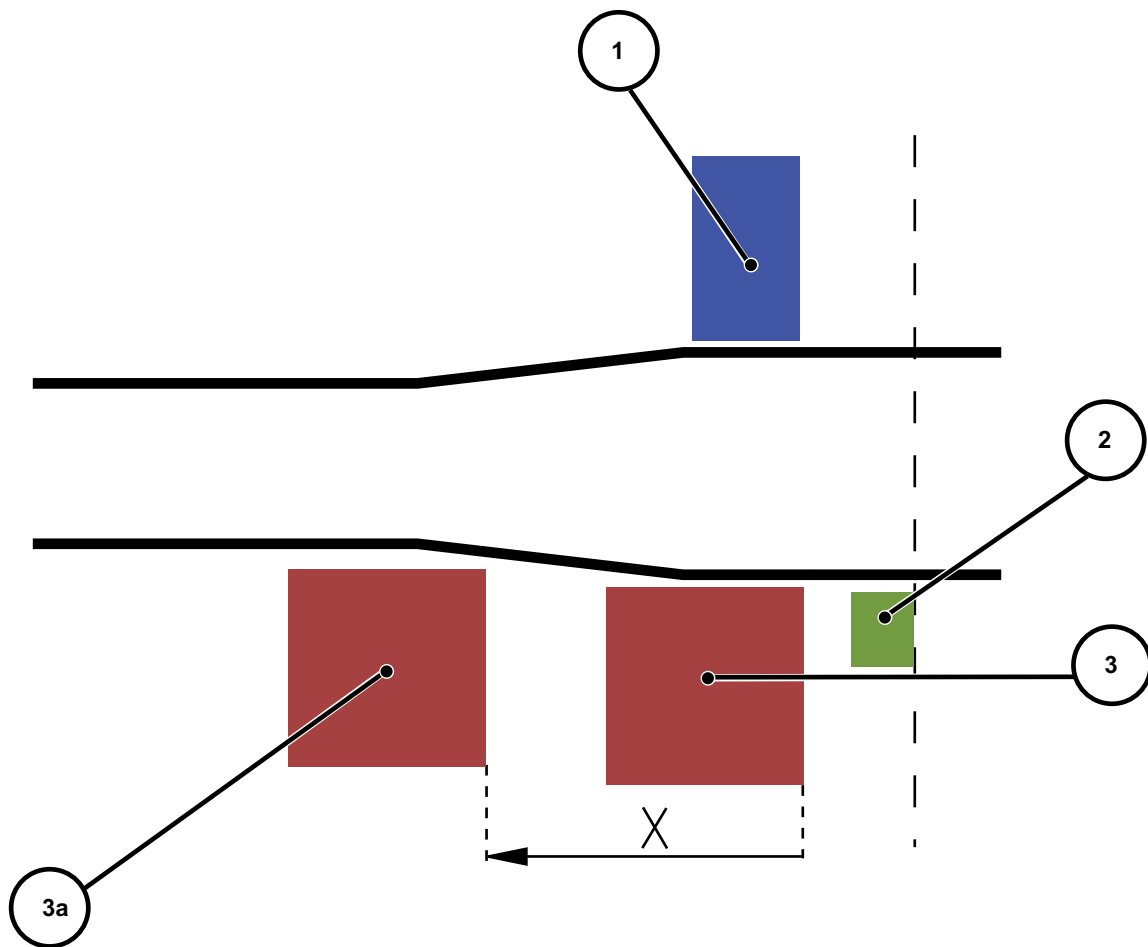


- |    |   |                                                                                 |
|----|---|---------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | = | AdBlue-Tank an Serienposition                                                   |
| 1a | = | AdBlue-Tank an versetzter Position                                              |
| 2  | = | Fördermodul                                                                     |
| 3  | = | Abgasschalldämpfer                                                              |
| X  | = | Wegstrecke, um die das Aggregat versetzt wird, maximale Längen sind zu beachten |

#### Hinweise zum Anpassen des Leitungsstrangs beim Versetzen des Abgasschalldämpfers

- Versetzen des Abgasschalldämpfers wie in Kapitel 4.12.2 beschrieben
- Notwendige Anpassungen am Leitungsstrang:
  - Dosierleitung vom Fördermodul zum Schalldämpfer kürzen oder neu anfertigen,
  - Heizwasserleitung zum Beheizen der Dosierleitung kürzen oder neu anfertigen
  - Bündelung und Ummantelung der vorgenannten Leitungen bis zur Stahlleitung am Schalldämpfer mit zweischaligem Wellrohrsystem Co-flex
  - Heizwasser-Rücklaufleitung zum Motor kürzen oder neu anfertigen.
- Beschreibung der Leitungsverlängerung, siehe Absatz „Verlängerung / Verkürzung der AdBlue- und Heizwasserleitungen“
- Anpassung des elektrischen Kabelsatzes siehe Kapitel 4.12.3.5 „AdBlue-Kabelstrang“

**Bild 67:** Versetzen des Abgasschalldämpfers bei Allrad- und Nicht-Allrad-Fahrzeugen ESC-817



- |    |   |                                                                                 |
|----|---|---------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | = | AdBlue-Tank                                                                     |
| 2  | = | Fördermodul                                                                     |
| 3  | = | Abgasschalldämpfer an Serienposition                                            |
| 3a | = | Abgasschalldämpfer an versetzter Position                                       |
| X  | = | Wegstrecke, um die das Aggregat versetzt wird, maximale Längen sind zu beachten |

#### Verlängerung / Verkürzung der AdBlue- und Heizwasserleitungen:

Grundsätzlich sollten die im Absatz „Versetzen von AdBlue-Fördermodul, AdBlue-Tank und Abgasschalldämpfer“ dieses Kapitels beschriebenen längsten Leitungssätze verwendet und gegebenenfalls angepasst werden. Sollten die ab Werk verfügbaren Leitungsstränge nicht ausreichen, ist Rücksprache mit MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) zu halten.

Nachfolgend ist beschrieben, welche Teile notwendig sind um Einzelleitungen aus dem AdBlue-Leitungsstrang anzufertigen. Die Teile können über den MAN Ersatzteildienst bezogen werden. Die Einzelteile sind im Kapitel 4.12.3.6 „Teileliste“ aufgeführt. Bei der Anfertigung von Einzelleitungen sind die bereits beschriebenen maximalen Leitungslängen einzuhalten.

## Fahrzeuge mit Abgasnorm Euro 5

Verlängerungen für einen Umbau der Tankposition AdBlue- oder Kombitank sind durch Beschaffung des längsten bzw. zum Einbau passenden Strangs möglich. Bezugsmöglichkeit besteht über den MAN Ersatzteildienst. Verkürzungen können durch Einkürzen des Leitungsbündels an der Schnittstelle zum AdBlue-Fördermodul vorgenommen werden. Alternativ kann eine Verlegung entlang eines längeren Wegs vorgenommen werden. In keinem Fall darf die Leitungslänge vom Tank zum Fördermodul länger sein als 6000 mm.

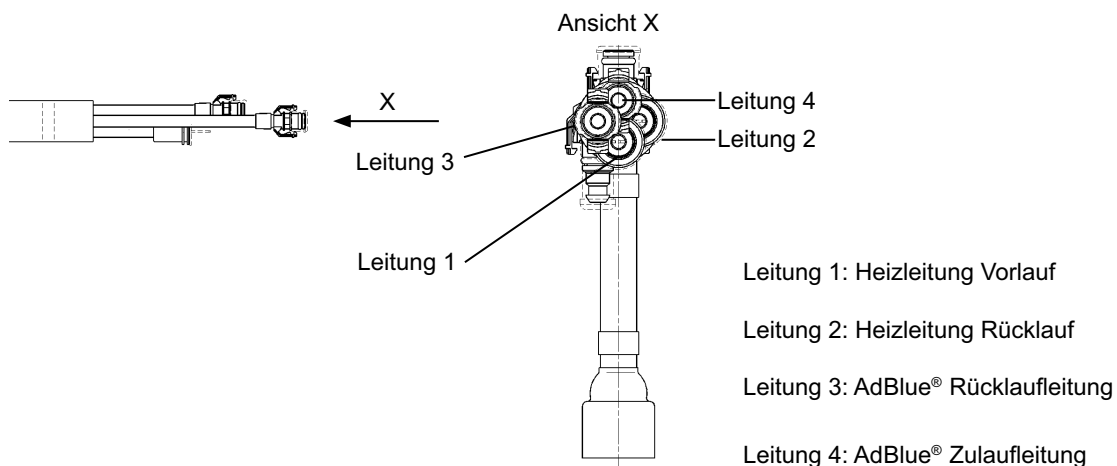
- Generell sind nur Rohr-Rohr-Verbindungen mit Leitungsverbindern der Fa. VOSS zugelassen (Bezug über MAN Ersatzteildienst).
- Das Einsetzen der Leitungsverbinder ist nur mit speziellem Werkzeug der Fa. Voss zulässig (Aufpresszange MAN Sachnummer 80.99625.0023).
- Um Druckverluste zu vermeiden, ist pro Heizwasser-/ AdBlue-Leitung jeweils für Vor- und Rücklauf max. eine Verlängerung zulässig.

**Bild 68:** Leitungsverbinder (VOSS) für Verlängerung / Verkürzung der AdBlue- sowie Heizwasserleitung ESC-423



- Zum Aufpressen der AdBlue-Leitungen sind ausschließlich vormontierte Kunststoffstecker mit 1000 mm Leitung der Fa. VOSS (Bezug über MAN Ersatzteildienst) zulässig.
- Knicken der Leitungen unbedingt vermeiden.
- Für eine der Originalleitung gleichwertige Isolierung gegen Kälte ist unbedingt zu sorgen.

**Bild 69:** Darstellung eines Leitungsbündels mit Heizwasser- und AdBlue-Leitungen ESC-430



## Fahrzeuge mit Abgasnorm Euro 6

### Zusätzliche Hinweise für die Anpassung von Leitungssträngen.

- Zusätzliche Trennstellen in Leitungen des AdBlue Leitungsstrangs sind nicht zulässig.
- Trennstellen an den Leitungen sind nur bei Nicht-Allrad-Fahrzeugen (Fahrzeuge ohne Verteilergetriebe) vorhanden.
- AdBlue-Leitungen müssen von Stecker bis Stecker aus einem Stück hergestellt sein.
- Leitungen sind über den MAN Ersatzteildienst als Meterware erhältlich.
- Stecker der Heizwasservorlaufleitung am Wasserabschaltventil (Bild 70: Anschluss Heizwasservorlaufleitung an Wasserabschaltventil) nicht abmontieren. Verlängerung der Heizwasservorlaufleitung nur im Bereich der PA-Leitung vom Motor zum Wasserabschaltventil.

**Bild 70:** Anschluss Heizwasservorlaufleitung an Wasserabschaltventil ESC-491



- Teilesatz zur Anfertigung einer AdBlue-Dosierleitung
  - Dosierleitung (Meterware) - (MAN Sachnummer: 04.27405.0092)
  - VOSS-Stecker gerade (am Fördermodul) – (MAN Sachnummer: 81.98180.6036)
  - VOSS-Winkelstecker (am Schalldämpfer) – (MAN Sachnummer: 81.98180.6037)
  - Spannschellen Oetiker – (Oetiker-Nr: 16700004)
- Teilesatz zur Anfertigung einer AdBlue-Vorlaufleitung
  - AdBlue-Leitung (Meterware) – (MAN Sachnummer: 04.27405.0092)
  - VOSS-Winkelstecker (am AdBlue-Tank) – (MAN Sachnummer: 81.98180.6042)
  - VOSS- Anschlusspin (an der Trennstelle) – (MAN Sachnummer: 81.98180.6039)
  - VOSS- Stecker gerade (an der Trennstelle) – (MAN Sachnummer: 81.98180.6036)
  - VOSS- Winkelstecker (am Fördermodul) – (MAN Ersatzteilnummer: 81.98180.6041)
  - Spannschellen Oetiker – (Oetiker-Nr: 16700004)
- Teilesatz zur Anfertigung einer AdBlue-Rücklaufleitung
  - AdBlue-Leitung (Meterware) – (MAN Sachnummer: 04.27405.0092)
  - VOSS-Winkelstecker (am AdBlue-Tank) – (MAN Sachnummer: 81.98180.6041)
  - VOSS- Stecker gerade (an der Trennstelle) – (MAN Sachnummer: 81.98180.6036)
  - VOSS- Anschlusspin (an der Trennstelle) – (MAN Sachnummer: 81.98180.6039)
  - VOSS-Winkelstecker (am Fördermodul) – (MAN Sachnummer: 81.98180.6042)
  - Spannschellen Oetiker – (Oetiker-Nr: 16700004)

- Teilesatz zur Anfertigung einer Heizwasser-Vorlaufleitung
  - Heizwasserleitung (Meterware) – (MAN Sachnummer: 04.27405.0090)
  - Voss-Winkelstecker (am AdBlue-Tank) – (MAN Sachnummer: 81.98180.6027)
  - Voss-Winkelstecker (am Wasserabschaltventil) – (MAN Sachnummer: 81.98180.6015) oder
  - Voss-Stecker gerade (am Wasserabschaltventil) – (MAN Sachnummer: 81.98180.6004)
  - Spannschellen Oetiker – (Oetiker-Nr: 167000014)
- Teilesatz zur Anfertigung einer Heizwasser-Rücklaufleitung
  - Heizwasserleitung (Meterware) – (MAN Sachnummer: 04.27405.0090)
  - Voss-Winkelstecker (am AdBlue-Tank) – (MAN Sachnummer: 81.98180.6035)
  - Voss-Stecker gerade (an der Trennstelle) – (MAN Sachnummer: 81.98180.6044)
  - VOSS- Anschlusspin (an der Trennstelle) – (MAN Sachnummer: 81.98180.6038)
  - VOSS- Stecker gerade – (MAN Sachnummer: 81.98180.6044)
  - Spannschellen Oetiker – (Oetiker-Nr: 167000014)
- Teilesatz zur Anfertigung von Heizleitungen vom Wasserabschaltventil
  - Heizleitung – PA-Rohre, Abmessung 9 x 1,5 – (MAN Sachnummer: 04.35160.9709.)
  - gerader Verbinder – (MAN Sachnummer: 81.98181.0201.)
- Teilesatz zur Anfertigung einer Druckluftleitung zum Fördermodul
  - Druckluftleitung – PA-Rohr nach DIN 74324 Teil 1 oder MAN Norm M 3230 Teil 1)
  - gerader Verbinder – (MAN Sachnummer: 81.98181.6043)
- Teilesatz zur Anfertigung einer Ummantelung/Isolierung
  - zweischaliges Wellrohr Co-flex
  - oder Zippermateral (dazu ist eine spezielle Zange zu verwenden)

### 4.12.3.3 AdBlue-Tank

Nachfolgend ist beschrieben, welche Punkte bei Veränderungen des AdBlue-Tanks zu beachten sind.

Beim Versetzen des AdBlue-Tanks sind die unter Kapitel 4.12.3.2 – „AdBlue-Leitungsstrang“ beschriebenen Leitungslängen einzuhalten.

#### Einbau eines größeren AdBlue-Tanks

Für jede Fahrzeugbaureihe werden von MAN ab Werk als Ausstattungsvarianten AdBlue-Tanks in verschiedenen Größen angeboten. Der nachträgliche Einbau eines größeren AdBlue-Tanks ist möglich, wenn dieser von MAN für die jeweilige Baureihe freigegeben ist. Dabei wird fach- und sachgerechter Umbau von geschultem Personal vorausgesetzt. Für die korrekte Funktion der Füllstandsensierung ist eine Parametrierung des Fahrzeugs notwendig.

#### Versetzen des AdBlue-Tanks

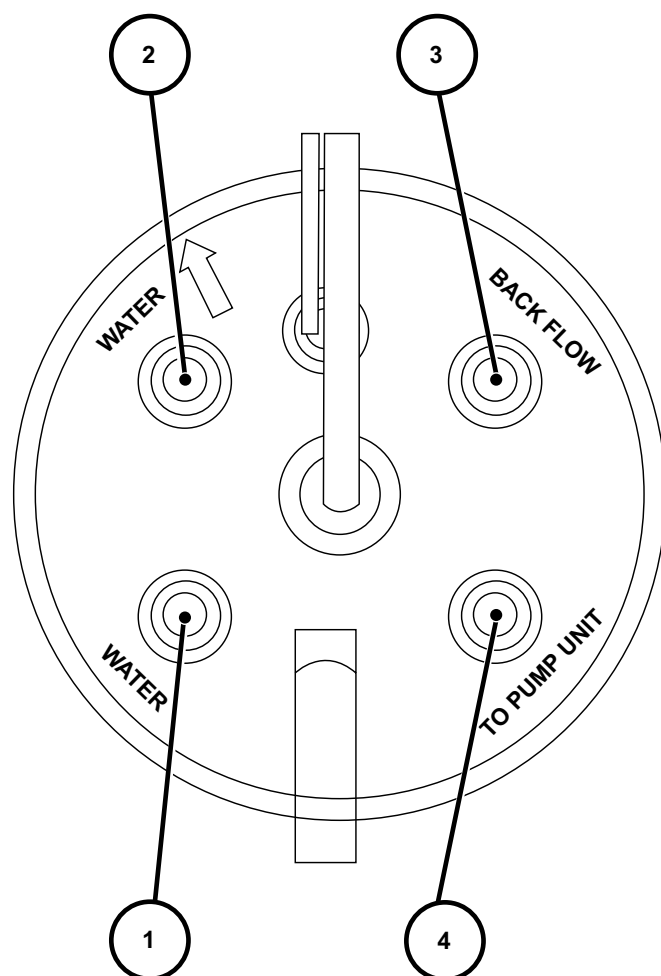
Abhängig vom Aufbaukonzept kann ein Versetzen des AdBlue-Tanks notwendig sein. Nachfolgend ist beschrieben, welche Punkte dabei beachtet werden müssen.

Beim Versetzen des AdBlue-Tanks ist die originale Halterung zu verwenden. Ein evtl. Schrägstand des AdBlue-Tanks durch das Versetzen in den Rahmenknick kann z. B. durch Distanzhülsen ausgeglichen werden.

Die AdBlue -Tanks haben vier Leitungsanschlüsse. Zwei Leitungen für Heizwasser (Vor- und Rücklauf) und zwei Leitungen für AdBlue (Vor- und Rücklauf). Die einzelnen Leitungen sind gekennzeichnet, was in den nachfolgenden Absätzen beschrieben ist.

Vor der Inbetriebnahme des Fahrzeugs ist unbedingt zu prüfen ob alle Leitungen richtig angeschlossen sind. Gelangt AdBlue in das Kühlwasser entstehen Motorschäden (Bild 71: Leitungsanschlüsse am AdBlue-Tank).

**Bild 71:** Leitungsanschlüsse am AdBlue-Tank ESC-439



- |   |   |                     |
|---|---|---------------------|
| 1 | = | Heizwasser Vorlauf  |
| 2 | = | Heizwasser Rücklauf |
| 3 | = | AdBlue-Rücklauf     |
| 4 | = | AdBlue-Vorlauf      |

Die Anpassung der Leitungen sind im Absatz „Verlängerung/ Verkürzung der Stränge aus den AdBlue- und Heizwasserleitungen“ beschrieben.

#### Fahrzeuge mit Abgasnorm Euro 5

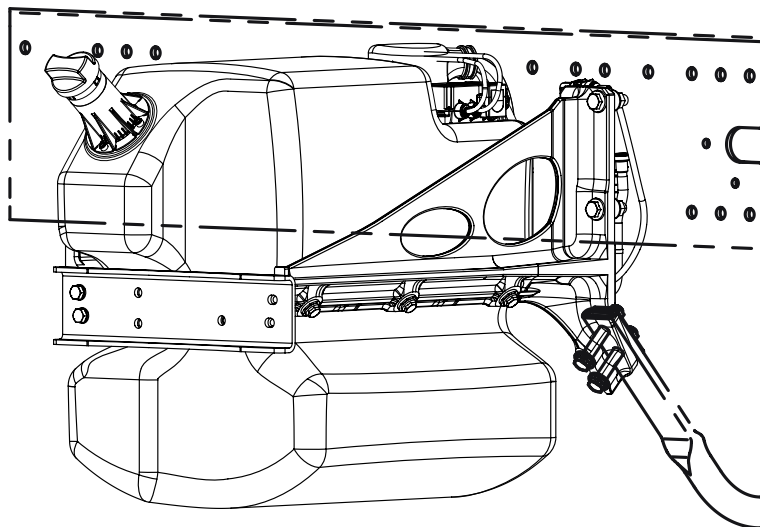
Des Weiteren ist folgendes zu beachten:

- das Versetzen des Kombi-/Einzeltanks ist nur mit MAN Originaltanks zulässig
- die Verlegung von elektrischen und CAN-Leitungen (z.B. für Füllstandssensor, Fördermodul, OBD-Sensorik) ist nur mit Original MAN Leitungssträngen zulässig (beziehbar über den MAN Ersatzteildienst)

#### Fahrzeuge mit Abgasnorm Euro 6

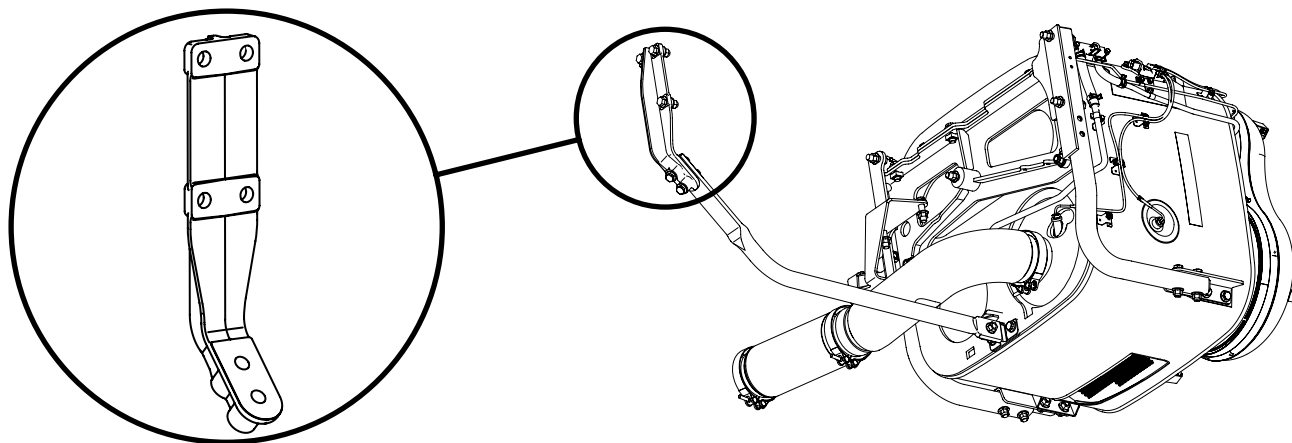
Der Abgasschalldämpfer des Fahrzeugs wird durch eine Querstrebe am Halter des AdBlue-Tanks abgestützt (siehe Bild 72: AdBlue Tank mit Halter und Querstrebe des Schalldämpfers).

**Bild 72:** AdBlue-Tank mit Halter und Querstrebe des Schalldämpfers ESC-470



Wird nur der AdBlue-Tank versetzt, muss die Querstrebe mit einem speziellen Halter abgestützt werden. Dieser Halter kann über den MAN Ersatzteildienst (MAN Sachnummer: 81.15502.0288) bezogen werden. (siehe Bild 73 Halterung für Querstrebe des Abgasschalldämpfers bei versetztem AdBlue-Tank)

**Bild 73:** Halterung für Querstrebe des Abgasschalldämpfers bei versetztem AdBlue-Tank ESC-471



#### 4.12.3.4 AdBlue-Fördermodul

Nachfolgend ist beschrieben, an welchen Positionen das Fördermodul ab Werk verbaut ist und welche Punkte bei einem Versetzen des Fördermoduls beachtet werden müssen.

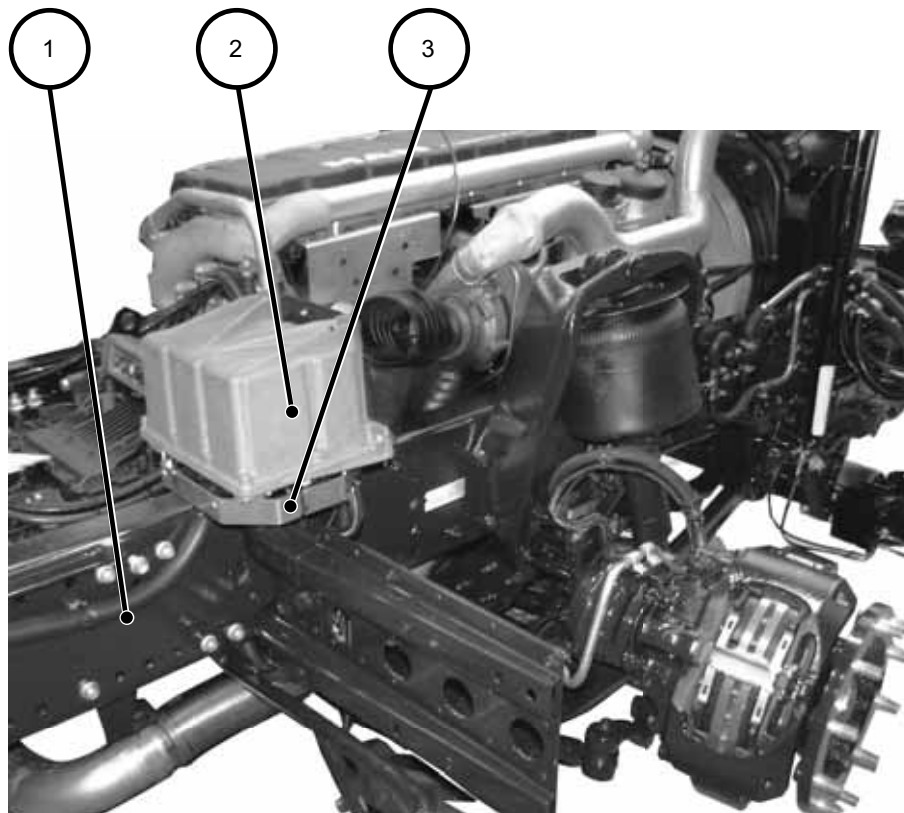
Das Fördermodul wird bei den Baureihen TGS und TGX getrennt vom AdBlue-Tank montiert. Bei Fahrzeugen mit der Abgasnorm Euro 5 sind Förder- und Dosiermodul zwei getrennte Bauteile. Bei Fahrzeugen mit der Abgasnorm Euro 6 sind Förder- und Dosiermodul zum kombinierten Förder- und Dosiermodul zusammengefasst.

##### Fahrzeuge mit Abgasnorm Euro 5

Ein Versetzen des Fördermoduls ist nur an original MAN Anbaupositionen mit zugehörigen original MAN Haltern zulässig.

Grund: Festigkeit/Schwingungen

**Bild 74:** Fördermodul und Original MAN-Halter ESC-421



- |   |   |                                      |
|---|---|--------------------------------------|
| 1 | = | AdBlue- Kabelstrang zum AdBlue- Tank |
| 2 | = | Fördermodul                          |
| 3 | = | Original MAN-Halterung               |

Des Weiteren ist folgendes zu beachten:

- beim Versetzen des Fördermoduls sind die Original MAN Leitungsstränge zum Dosiermodul zu verwenden
- die maximal mögliche Höhendifferenz (Förderhöhe) zwischen Unterkante Fördermodul und Unterkante Tank beträgt 1000 mm (siehe Bild 60: Installationsübersicht)
- die maximal mögliche Höhendifferenz (Förderhöhe) zwischen Unterkante Fördermodul und Oberkante Tank (bzw. oberste Leitungsposition) beträgt 1000 mm (siehe Bild 60: Installationsübersicht)
- Bei Nichteinhalten der Vorgaben erlischt der Garantieanspruch.

In der Fahrgestellzeichnung wird der Serienzustand eines Grundfahrzeugs ohne Sonderausstattungen dargestellt. Bei Sonderausstattungen wie z.B. anderen Tanks, Druckluft-Zusatzbehälter für Luftfederung oder zur Rampenanpassung/ Wechselbrückenaufnahme oder bei Schalldämpfervarianten mit hochgezogenem Abgasendrohr ist fallweise eine von der Serie abweichende Position des Fördermoduls möglich.

Tabelle 21 und 22 definieren für LKW und Sattelzugmaschinen die jeweilige Fördermodulposition nach Radformel, Fahrerhaus und optionaler Ausstattung.

Die der Variante zugeordnete Fördermodulposition ist in den Bildern 75–85 dargestellt.

**Tabelle 22:** Mögliche Positionen für das Fördermodul des AdBlue - Systems für LKW:

| Radformel                                                                                      | Fahrerhaus | Kraftstofftank             | Auspuff                            | Variante | Zusatzinformationen                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------|------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4x2, 4x4H,<br>6x2/2, 6x2/4,<br>6x2-2, 6x2-4,<br>6x4H-2, 6x4H-4,<br>6x4, 6x6H                   | L - XXL    | AdBlue Einzeltank          | Auspuff seitlich links Serie       | 1        | Achtung!<br>Auch bei Fahrerhaus M,<br>wenn mit Ausstattung<br>Zusatzbehälter<br>für Luftfederung<br>Rampenanpassung/<br>Wechselbrückenaufnahme                            |
| 4x2, 4x4H,<br>6x2/2, 6x2/4,<br>6x2-2, 6x2-4,<br>6x4H-2, 6x4H-4,<br>6x4, 6x6H<br>6X4H/2, 6X4H/4 | M - XXL    | AdBlue/Diesel<br>Kombitank | Auspuff seitlich links Serie       | 2        | Achtung!<br>Änderung auf Variante 1<br>bei Zusatzbehälter<br>für Luftfederung<br>Rampenanpassung/<br>Wechselbrückenaufnahme.<br>6x4, 6x6H, 6x4H-4 (71S)<br>seit Juni 2010 |
| 6x4, 6x6H, 6X4H-4                                                                              | M          | AdBlue/Diesel<br>Kombitank | Auspuff seitlich links Serie       | 3        | 6x4, 6x6H, 6x4H-4 (71S)<br>bis Mai 2010                                                                                                                                   |
| 4x2, 4x4H,<br>6x2/2, 6x2/4,<br>6x2-2, 6x2-4,<br>6x4H-2, 6x4H-4,<br>6x4, 6x6H                   |            | AdBlue/Diesel<br>Kombitank | Auspuff mit Endrohr<br>hochgezogen |          |                                                                                                                                                                           |
| 8x4-4                                                                                          |            | alle Varianten             | alle Varianten                     |          |                                                                                                                                                                           |
| 4x2, 4x4H, 6x4,<br>6x6H, 6x2-2,<br>6x2-4, 6x4H-2,<br>6x4H-4, 6x2/2, 6x2/4<br>4x4, 6x4-4, 6x6   |            | AdBlue Einzeltank          | alle Varianten                     |          |                                                                                                                                                                           |
| 8x2-4, 8x2-6,<br>8x4, 8x4H-6,<br>8x6, 8x6H, 8x8                                                | M          | AdBlue Einzeltank          | alle Varianten                     | 4        | Nur mit AdBlue Einzeltank<br>möglich                                                                                                                                      |
| 4x2, 4x4H,<br>6x2/2, 6x2/4,<br>6x2-2, 6x2-4,<br>6x4H-2, 6x4H-4,<br>6x4, 6x6H                   | L - XXL    | alle Varianten             | Auspuff mit Endrohr<br>hochgezogen | 5        |                                                                                                                                                                           |
| 8x2-4, 8x2-6,<br>8x4, 8x4H-6,<br>8x6, 8x6H, 8x8                                                | L - LX     | AdBlue Einzeltank          | alle Varianten                     | 6        | Nur mit AdBlue Einzeltank<br>möglich                                                                                                                                      |

**Tabelle 23:** Mögliche Positionen für das Fördermodul des AdBlue® - Systems für Sattelzugmaschinen:

| Radformel                                                                    | Fahrerhaus | Kraftstofftank | Auspuff                            | Variante | Zusatzinformationen                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------|------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4x2, 4x4H,<br>6x2-2, 6x2-4,<br>6x4, 6x6H                                     | M - XXL    | alle Varianten | Auspuff seitlich links Serie       | 1        | Aufbaueinschränkung<br>bei Fahrerhaus M möglich<br>z.B.: Kran hinter Fahrerhaus<br>oder Wechselaufbau<br>Sattel/LKW |
| 6x2/2, 6x2/4,<br>6x2-4, 6x4H-2,<br>6x4H-4                                    |            | Einzeltank     |                                    |          |                                                                                                                     |
| 4x2, 4x4H,<br>6x2/2, 6x2/4,<br>6x2-2, 6x2-4,<br>6x4H-2, 6x4H-4,<br>6x4, 6x6H | M          | Kombitank      | Auspuff mit Endrohr<br>hochgezogen | 3        | Aufbaueinschränkung möglich<br>z.B.: Kran hinter Fahrerhaus<br>oder Wechselaufbau<br>Sattel/LKW                     |
| 4x2, 4x4H,<br>6x4, 6x6H,<br>4x4, 6x6                                         |            | Einzeltank     |                                    |          |                                                                                                                     |
| 4x4, 6x4-4, 6x6                                                              |            |                | Auspuff seitlich links Serie       |          |                                                                                                                     |
| 4x2, 4x4H,<br>6x2-2, 6x4,<br>6x6H                                            | L - LX     | alle Varianten | Auspuff mit Endrohr<br>hochgezogen | 5        | Aufbaueinschränkung möglich<br>z.B.: Kran hinter Fahrerhaus<br>oder Wechselaufbau<br>Sattel/LKW                     |
| 6x2/2,<br>6x2/4,<br>6x2-4                                                    |            |                |                                    |          |                                                                                                                     |
| 4x4,<br>6x4-4,<br>6x6                                                        |            |                |                                    |          |                                                                                                                     |

## Variante 1

**Bild 75:** Quer über Rahmenoberkante, M Fhs. ESC-721

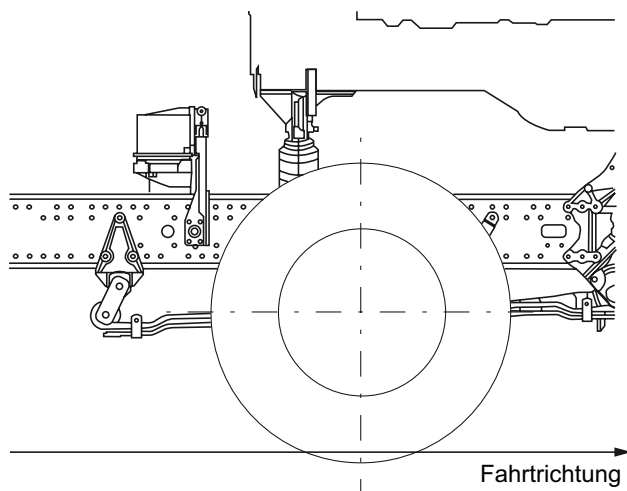
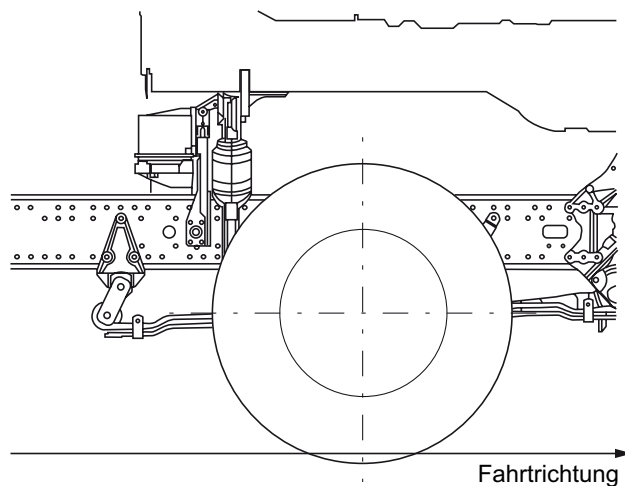


**Bild 76:** Quer über Rahmenoberkante, L-XXL Fhs. ESC-722



## Variante 2

**Bild 77:** Längs an Rahmen, M Fhs. ESC-723

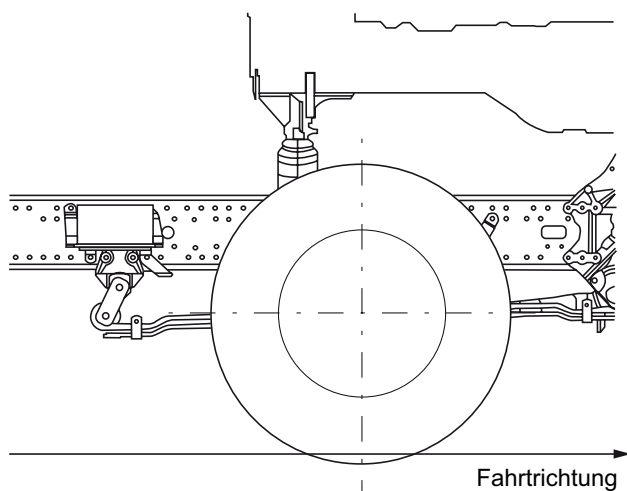
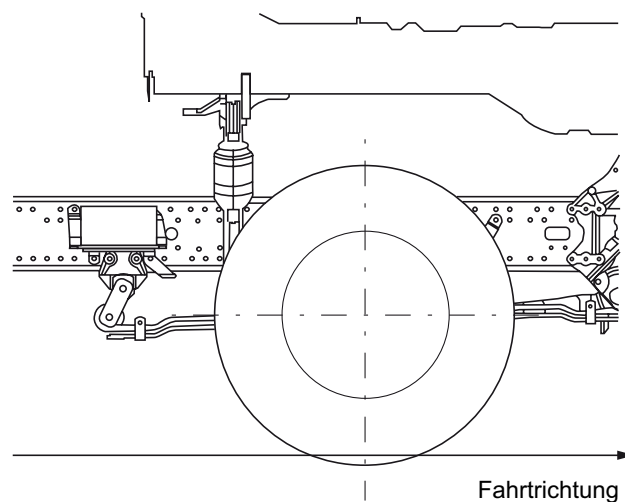


**Bild 78:** Längs an Rahmen, L-XXL Fhs. ESC-724



### Variante 3

**Bild 79:** Längs über Rahmenoberkante, M Fhs.,  
Auspuff seitlich links Serie ESC-725

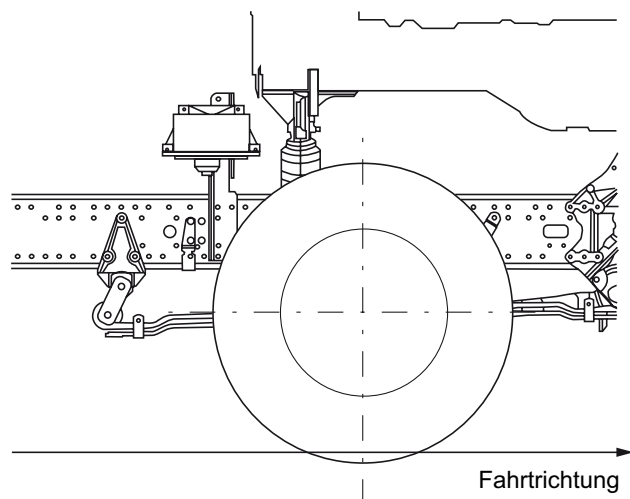
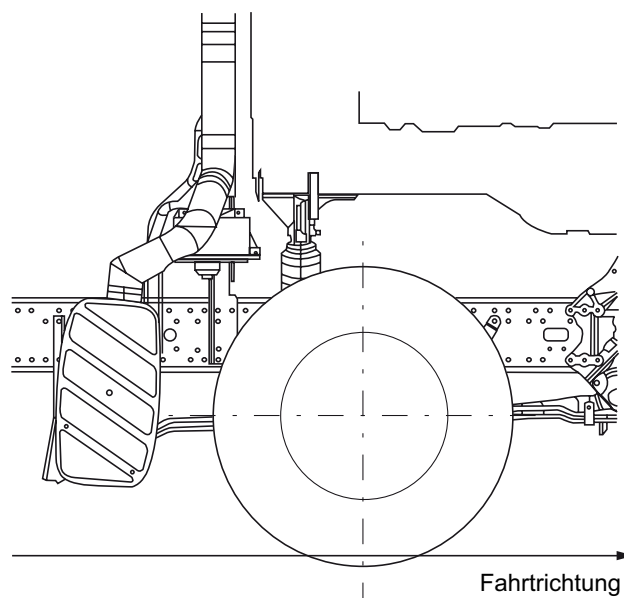


**Bild 80:** Längs über Rahmen-oberkante, M Fhs., Auspuff  
mit Endrohr hochgezogen ESC-726



### Variante 4

**Bild 81:** Längs über Rahmen, Auspuff seitlich  
rechts, M Fhs. ESC-727

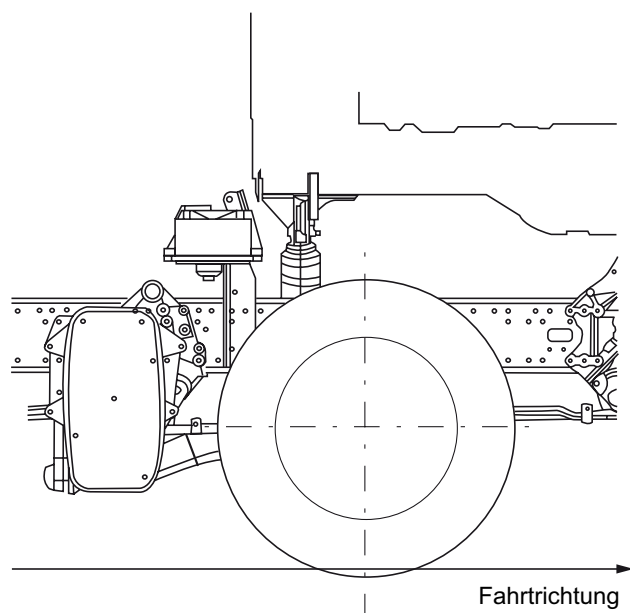
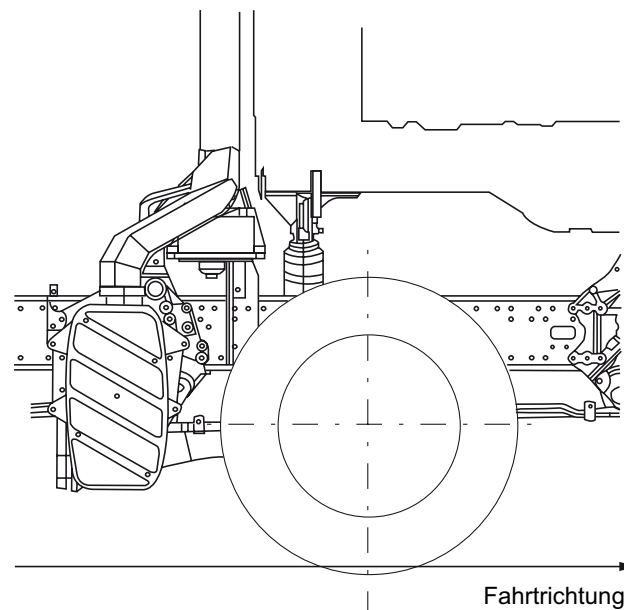
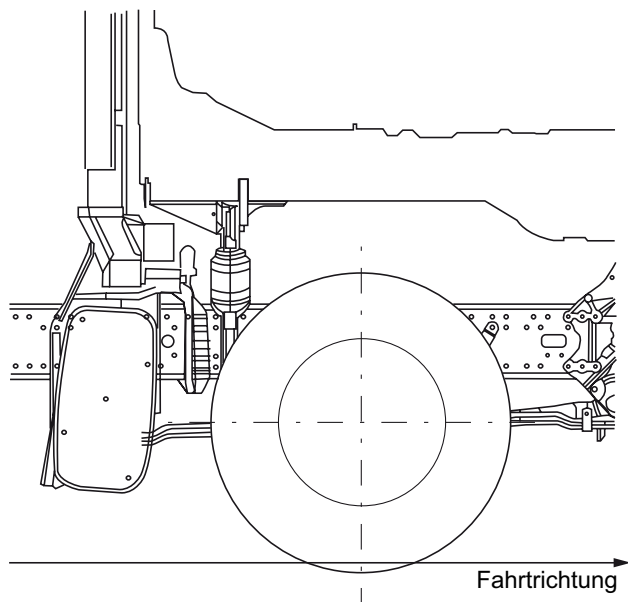


**Bild 82:** Längs über Rahmen, Auspuff mit Endrohr  
hochgezogen, M Fhs. ESC-728



## Variante 5

**Bild 83:** L-XXL Fhs., Auspuff mit Endrohr hochgezogen ESC-729



## Variante 6

**Bild 84:** L-LX Fhs., quer über Rahmenoberkante  
180° gedreht, Auspuff seitlich rechts  
ESC-730

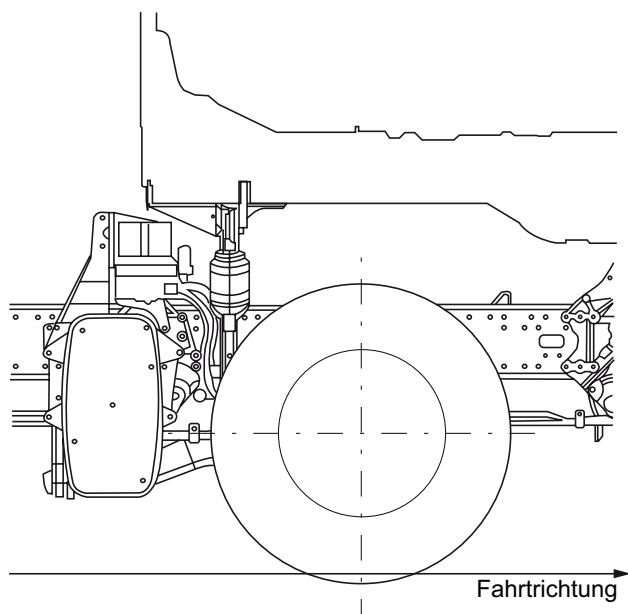
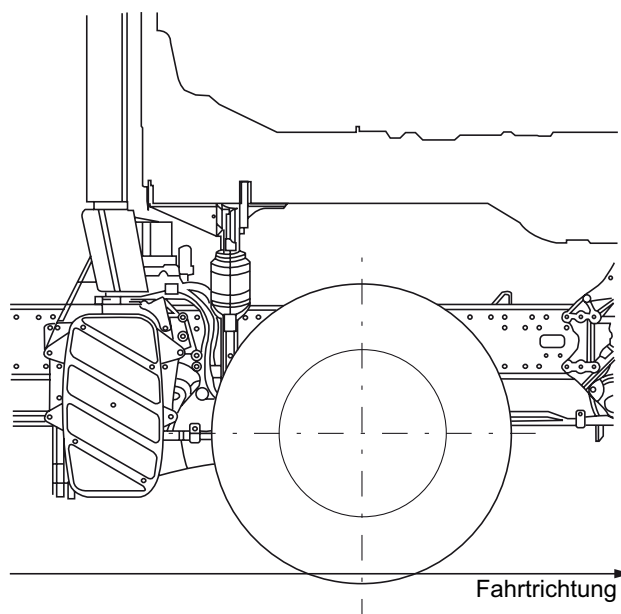


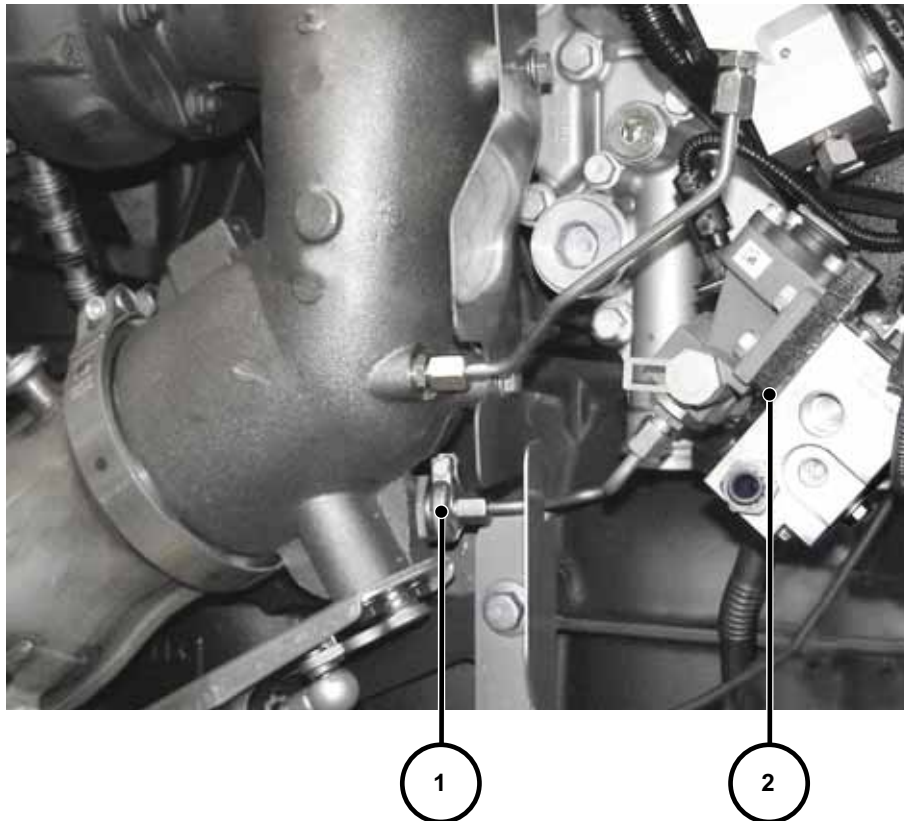
**Bild 85:** L-LX Fhs., quer über Rahmenoberkante  
180° gedreht, Auspuff mit Endrohr hochgezogen  
ESC-731



## Dosiermodul

- Die Lage des Dosiermoduls darf nicht verändert werden  
(siehe Bild 86: Temperatursensor, Einspritzdüse, Dosiermodul ESC-424).
- Eine Verlängerung der Leitung zwischen Dosiermodul und Fördermodul ist auf eine Gesamtlänge bis 3000 mm möglich.

**Bild 86:**        Temperatursensor, Einspritzdüse, Dosiermodul ESC-424



- |   |   |               |
|---|---|---------------|
| 1 | = | Einspritzdüse |
| 2 | = | Dosiermodul   |

## Fahrzeuge mit Abgasnorm Euro 6

Aktuell gibt es - abhängig vom Fahrerhaus - zwei Anbaupositionen, die nicht verändert werden dürfen:

Förder- und Dosiermodul sind zu einer Einheit zusammengefasst. Das Fördermodul ist hinter dem Fahrerhaus aufbaufreundlich positioniert.

**Bild 87:** Position bei M Fahrerhaus ESC-740

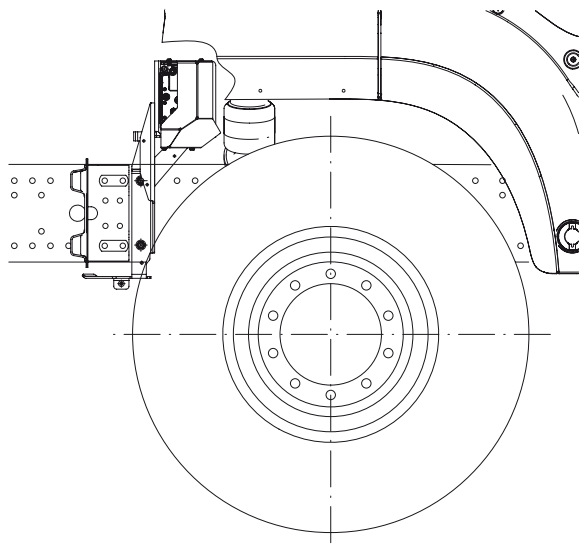
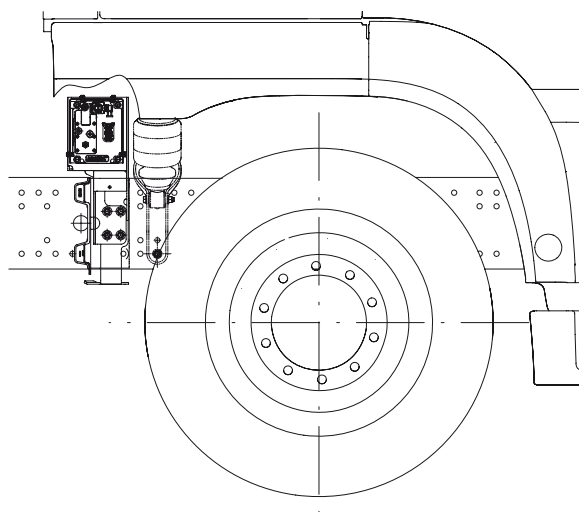


**Bild 88:** Position bei L, LX, XL, XLX, XXL Fahrerhaus ESC-741



Zeichnungen mit Maßangaben können auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden.

#### 4.12.3.5 AdBlue-Kabelstrang

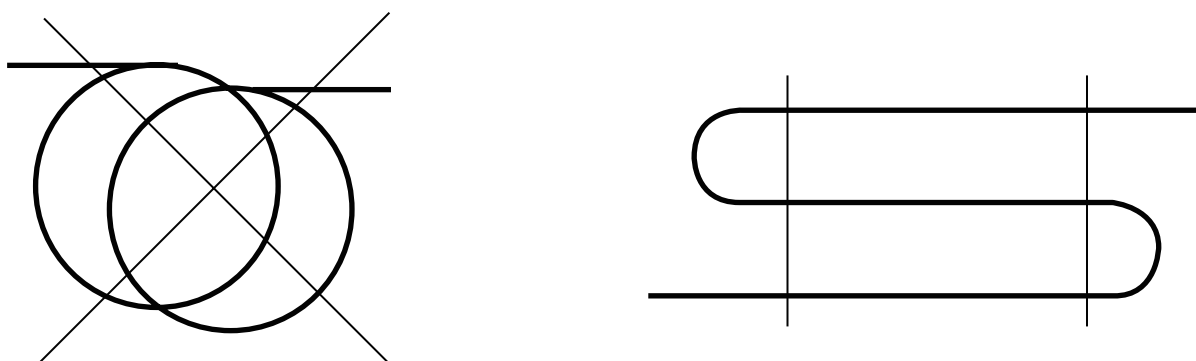
Bei Veränderungen am AdBlue-System kann es erforderlich sein, den elektrischen Kabelstrang anzupassen.

Nachfolgend sind der Kabelstrang, mögliche Trennstellen sowie die zu verwendenden Steckverbindungen beschrieben.

Bei allen Kabelverlegungen ist Folgendes zu beachten:

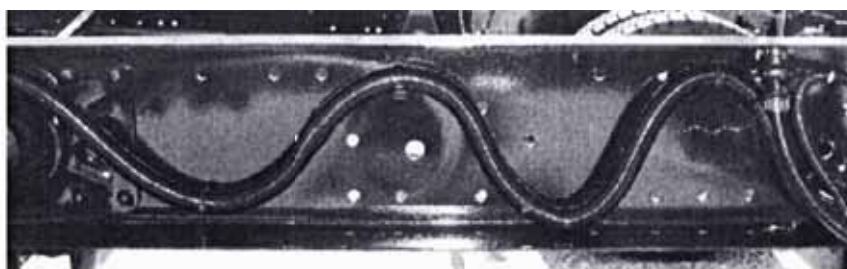
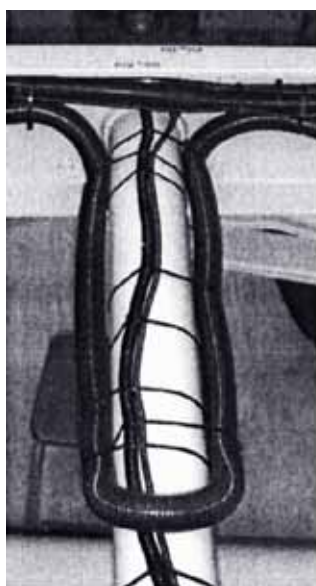
- Überlängen dürfen nicht „im Ring“ spulenmäßig verlegt werden, sondern nur „in Schlaufen“ längs des Kabelstrangs (siehe Bild 89: Kabelverlegungen)

**Bild 89:** Kabelverlegungen ESC-444



- Die Befestigung des Kabelstrangs muss so erfolgen, dass keine Relativbewegungen zum Rahmen stattfinden (Scheuergefahr!), siehe Bild 90: Verlegebeispiele.

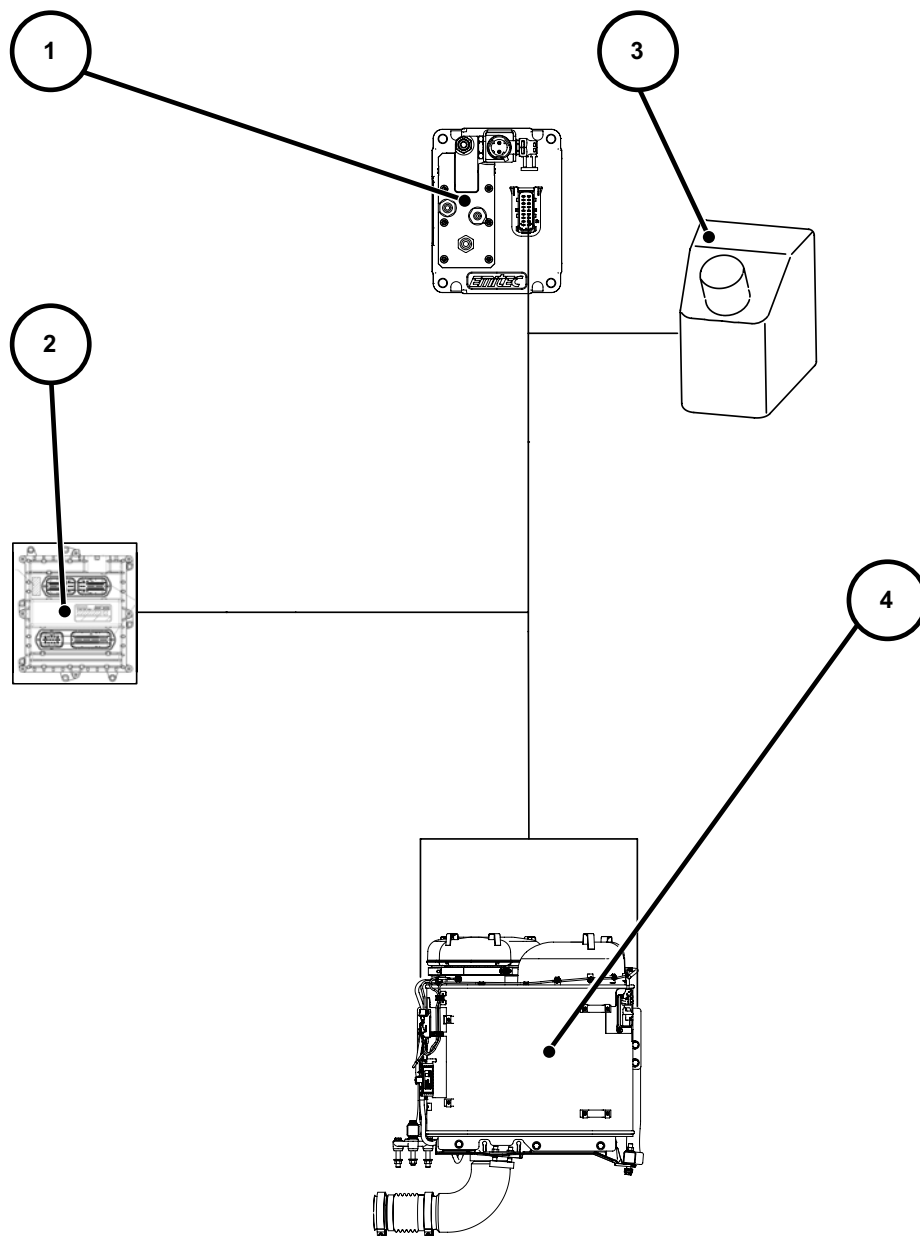
**Bild 90:** Verlegebeispiele ESC-445



## Fahrzeuge mit Abgasnorm Euro 6

Die folgende Darstellung zeigt schematisch den originalen MAN Kabelstrang (Bild 91: Kabelstrang schematisch).

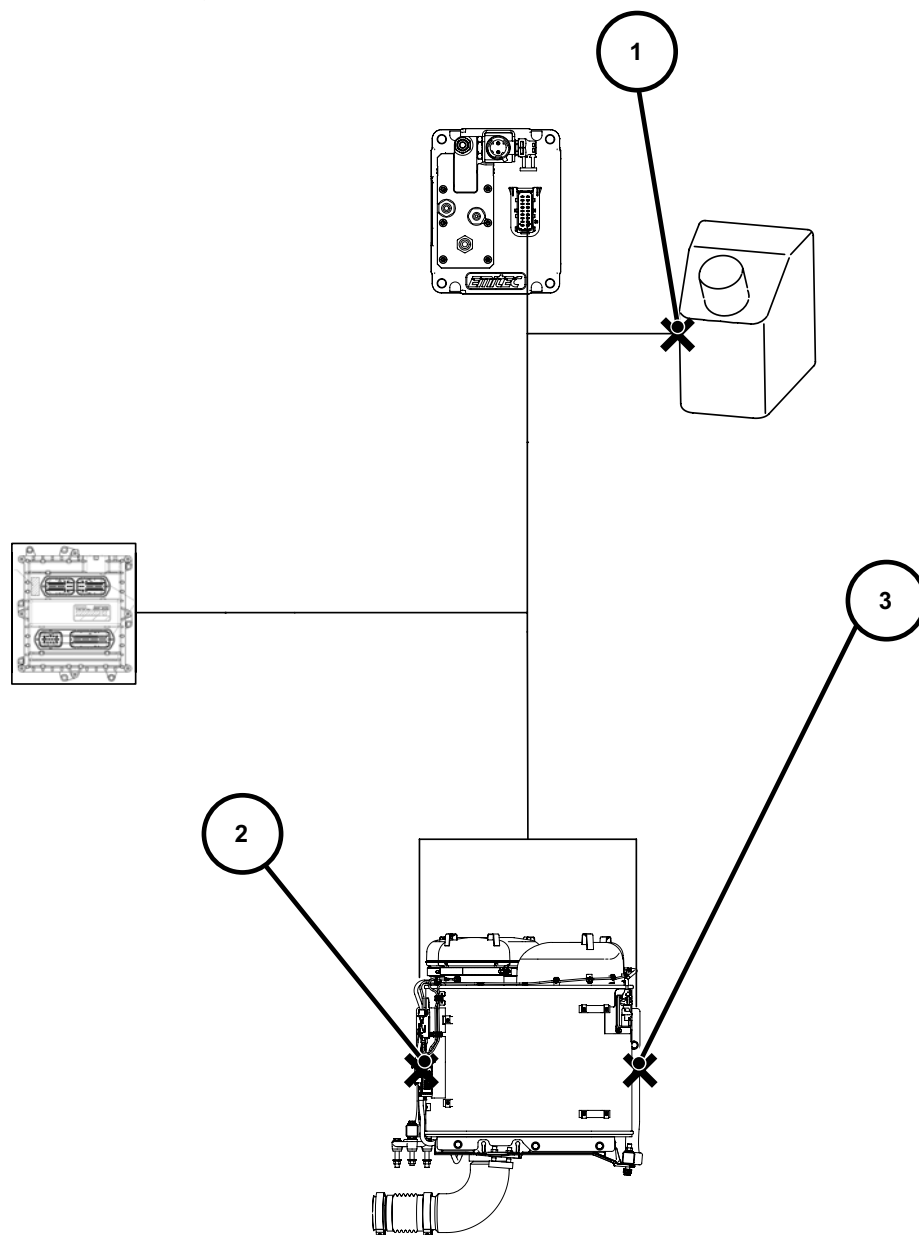
**Bild 91:** Kabelstrang schematisch ESC-840



- |   |   |                    |
|---|---|--------------------|
| 1 | = | Fördermodul        |
| 2 | = | EDC-Steuergerät    |
| 3 | = | AdBlue-Tank        |
| 4 | = | Abgasschalldämpfer |

Zur Verlängerung kann der Kabelstrang an den nachfolgend gekennzeichneten Stellen aufgetrennt werden.  
Zur Anpassung der Kabelstranglänge stellt MAN über den Ersatzteildienst passende Stecker zur Verfügung.

**Bild 92:** Kabelstrang schematisch ESC-840a



- |   |   |                                                                                              |
|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | = | Trennstelle a) am AdBlue-Tank                                                                |
| 2 | = | Trennstelle b1) am Thermoelement mit Auswertelektronik und Abgasdifferenz/Relativdrucksensor |
| 3 | = | Trennstelle b2) am NO <sub>x</sub> -Sensor                                                   |

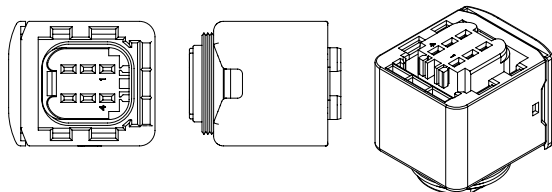
Nachfolgend sind die jeweiligen Steckverbindungen mit den benötigten Einzelteilen und der Pinbelegung aufgeführt.

Trennstelle a):

- Verlängerung des Kabelstrangs zum AdBlue-Tank
  - Verlängerung mit den nachfolgend beschriebenen Kabeln, dem Stecker und der Buchse anfertigen.
  - Trennstelle ist nicht bei allen Fahrzeugen vorhanden. Wenn Trennstelle nicht vorhanden, dann wie folgt verfahren.
  - Kabelstrang an der beschriebenen Schnittstelle auftrennen und Kabel mit nachfolgend beschriebenem Stecker und Buchse konfektionieren
  - Verlängerung in den Kabelstrang einsetzen

**Tabellen 24:** Steckverbindung für Kabelstrang zum AdBlue-Tank

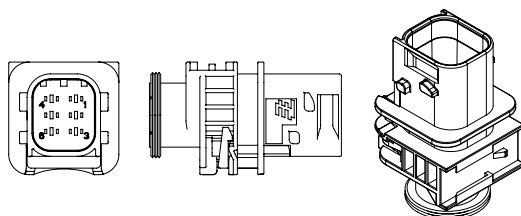
Trennstelle Abgaskabelstrang X5508 (Trennstelle vor dem AdBlue Tank) Aufbau-erlösung 6 polig BF13 - SF13 mit Pining

**Buchsengehäuse BF13 MAN Sachnummer: 81.25475-0280**


| Material für BF13 Buchsengehäuse |          |                |                              |
|----------------------------------|----------|----------------|------------------------------|
| Stück                            | MAN Code | MAN Sachnummer | Teilebenennung               |
| 1                                | BF13     | 81.25475-0280  | Buchsengehäuse               |
| 1                                | AW95     | 81.25433-0289  | Adapter HDSCS D-180° - NW8,5 |
| 6                                | XU60-1<0 | 07.91201-6020  | Kontakt (Einzelware)         |
| 6                                | DL11     | 07.91163-0069  | Dichtungseinsatz             |

| Pinbelegung BF13 Buchsengehäuse |         |                             |          |                  |
|---------------------------------|---------|-----------------------------|----------|------------------|
| PIN                             | Leitung | Querschnitt mm <sup>2</sup> | Kontakt  | Dichtungseinsatz |
| 1                               | 90008   | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11             |
| 2                               | 191     | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11             |
| 3                               | 192     | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11             |
| 4                               | 31000   | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11             |
| 5                               | 90311   | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11             |
| 6                               | 90321   | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11             |

| Material für Kabelsatz |                |                                   |
|------------------------|----------------|-----------------------------------|
| Stück                  | MAN Sachnummer | Material / Leitung                |
| 1                      | 07.08302-0191  | CAN-Leitungen 2x0,75-A-RS-191-192 |
| 5                      | 07.08131-0302  | Leitungen FLRY-0,75-A-RS          |
| 1                      | 07.08131-0354  | Leitungen FLRY-0,75-A-BRWS        |
| 1                      | 04.37135-9938  | Wellrohr NW 8,5                   |

**Stiftgehäuse SF13 MAN Sachnummer: 81.25475-0281**


| Material für SF13 Stiftgehäuse |          |                |                                     |
|--------------------------------|----------|----------------|-------------------------------------|
| Stück                          | MAN Code | MAN Sachnummer | Teilebenennung                      |
| 1                              | SF13     | 81.25475-0281  | Stiftgehäuse                        |
| 1                              | AW95     | 81.25433-0289  | Adapter HDSCS D-180° - NW8,5        |
| 6                              | XG60-1<0 | 07.61201-0255  | Kontakt (Bandware)                  |
| 6                              | DL11     | 07.91163-0069  | Dichtungseinsatz                    |
| 1                              | GV53     | 81.25475-0287  | Verriegelungsschieber Gr.: „B“ gelb |

| Pinbelegung SF13 Stifgehäuse |         |                             |          |                  |
|------------------------------|---------|-----------------------------|----------|------------------|
| PIN                          | Leitung | Querschnitt mm <sup>2</sup> | Kontakt  | Dichtungseinsatz |
| 1                            | 90008   | 0,75                        | XG60-1<0 | DL11             |
| 2                            | 191     | 0,75                        | XG60-1<0 | DL11             |
| 3                            | 192     | 0,75                        | XG60-1<0 | DL11             |
| 4                            | 31000   | 0,75                        | XG60-1<0 | DL26             |
| 5                            | 90311   | 0,75                        | XG60-1<0 | DL25             |
| 6                            | 90321   | 0,75                        | XG60-1<0 | DL11             |

Trennstelle b):

Der Kabelstrang zum Abgasschalldämpfer teilt sich Y-förmig auf. Deshalb müssen zwei Kabelstränge verlängert werden. Nachfolgend sind die einzelnen Schnittstellen beschrieben.

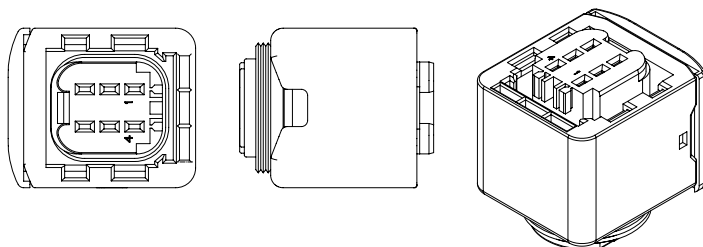
Trennstelle b1):

- Verlängerung des Kabelstrangs zum NOx-Sensor
  - Verlängerung mit den nachfolgend beschriebenen Kabeln, dem Stecker und der Buchse anfertigen
  - Kabelstrang an der beschriebenen Schnittstelle auftrennen und Kabel mit nachfolgend beschriebenem Stecker und Buchse konfektionieren
  - Verlängerung in den Kabelstrang einsetzen

**Tabellen 25:** Steckverbindung am NO<sub>x</sub>-Sensor

Trennstelle Abgaskabelstrang B994 (Steckverbindung am NOX Sensor am Schalldämpfer) Aufbau- und Montageanleitung  
6 polig BF13 - SF13 mit Pining

**Buchsengehäuse BF13 MAN Sachnummer: 81.25475-0280**



| Material für BF13 Buchsengehäuse |          |                |                             |
|----------------------------------|----------|----------------|-----------------------------|
| Stück                            | MAN Code | MAN Sachnummer | Teilebenennung              |
| 1                                | BF13     | 81.25475-0280  | Buchsengehäuse              |
| 1                                | AW97     | 81.25433-0295  | Adapter HDSCS D-90° - NW8,5 |
| 6                                | XU60-1<0 | 07.91201-6020  | Kontakt (Einzelware)        |
| 6                                | DL11     | 07.91163-0069  | Dichtungseinsatz            |

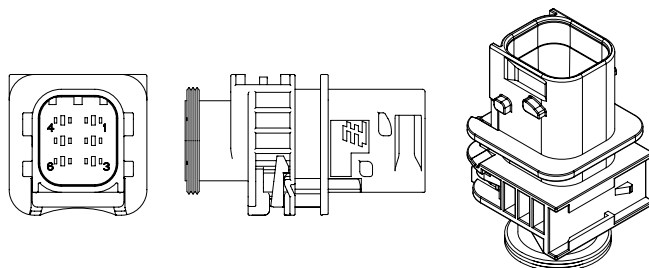
| Pinbelegung BF13 Buchsengehäuse |         |                             |          |                  |
|---------------------------------|---------|-----------------------------|----------|------------------|
| PIN                             | Leitung | Querschnitt mm <sup>2</sup> | Kontakt  | Dichtungseinsatz |
| 1                               | 90011   | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11             |
| 2                               | 191     | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11             |
| 3                               | 191     | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11             |
| 4                               | 31000   | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11             |
| 5                               | 192     | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11             |
| 6                               | 192     | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11             |

#### Material für Kabelsatz

| Stück | MAN Sachnummer | Material / Leitung                |
|-------|----------------|-----------------------------------|
| 2     | 07.08302-0191  | CAN-Leitungen 2x0,75-A-RS-191-192 |
| 1     | 07.08131-0302  | Leitungen FLRY-0,75-A-RS          |
| 1     | 07.08131-0354  | Leitungen FLRY-0,75-A-BRWS        |
| 1     | 04.37135-9938  | Wellrohr NW 8,5                   |

**Tabellen 25:** Steckverbindung am NO<sub>x</sub>-Sensor (Fortsetzung)

**Stiftgehäuse SF13 MAN Sachnummer: 81.25475-0281**



#### Material für SF13 Stiftgehäuse

| Stück | MAN Code | MAN Sachnummer | Teilebenennung                      |
|-------|----------|----------------|-------------------------------------|
| 1     | SF13     | 81.25475-0281  | Stiftgehäuse                        |
| 1     | AW95     | 81.25433-0289  | Adapter HDSCS D-180° - NW8,5        |
| 6     | XG60-1<0 | 07.61201-0255  | Kontakt (Bandware)                  |
| 6     | DL11     | 07.91163-0069  | Dichtungseinsatz                    |
| 1     | GV53     | 81.25475-0287  | Verriegelungsschieber Gr.: „B“ gelb |

#### Pinbelegung SF13 Stiftgehäuse

| PIN | Leitung | Querschnitt mm <sup>2</sup> | Kontakt  | Dichtungseinsatz |
|-----|---------|-----------------------------|----------|------------------|
| 1   | 90008   | 0,75                        | XG60-1<0 | DL11             |
| 2   | 191     | 0,75                        | XG60-1<0 | DL11             |
| 3   | 191     | 0,75                        | XG60-1<0 | DL11             |
| 4   | 31000   | 0,75                        | XG60-1<0 | DL26             |
| 5   | 192     | 0,75                        | XG60-1<0 | DL25             |
| 6   | 192     | 0,75                        | XG60-1<0 | DL11             |

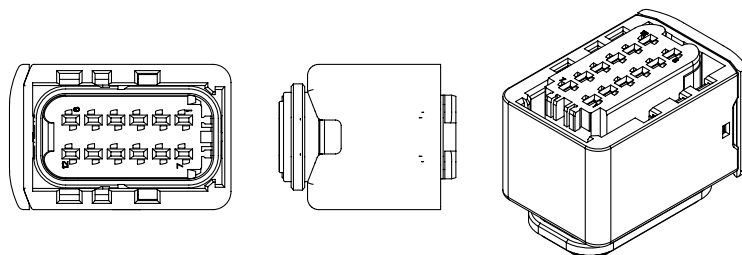
Trennstelle b2):

- Verlängerung des Kabelstrangs zum Thermoelement mit Auswertelektronik und Abgasdifferenz/Relativdrucksensor
  - Verlängerung mit den nachfolgend beschriebenen Kabeln, dem Stecker und der Buchse anfertigen
  - Kabelstrang an der beschriebenen Schnittstelle auftrennen und Kabel mit nachfolgend beschriebenem Stecker und Buchse konfektionieren
  - Verlängerung in den Kabelstrang einsetzen

**Tabellen 26:** Steckverbindung zum Thermoelement mit Auswertelektronik und Abgaskabelstrang

Trennstelle Abgaskabelstrang A1191 + B695 Aufbau- und Montageanleitung (Schalldämpfer)  
12 polig BF15 - SF15 mit Pinning

**Buchsengehäuse BF15 MAN Sachnummer: 81.25475-0283**



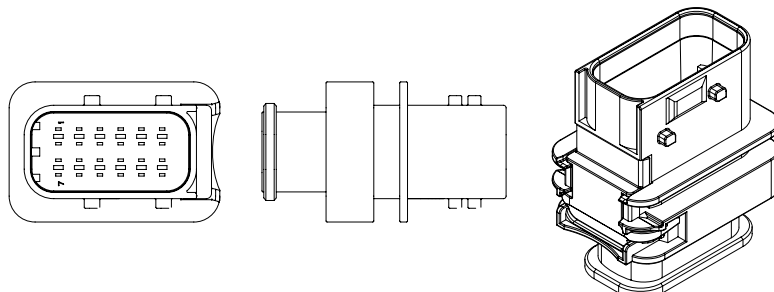
| Material für BF15 Buchsengehäuse |          |                |                             |
|----------------------------------|----------|----------------|-----------------------------|
| Stück                            | MAN Code | MAN Sachnummer | Teilebenennung              |
| 1                                | BF15     | 81.25475-0283  | Buchsengehäuse              |
| 1                                | AW94     | 81.25433-0292  | Adapter HDSCS D-180° - NW13 |
| 10                               | XU60-1<0 | 07.91201-6020  | Kontakt (Einzelware)        |
| 10                               | DL11     | 07.91163-0069  | Dichtungseinsatz            |
| 2                                | DL10     | 07.91163-0068  | Blinddichtung               |
| 1                                | AR17     | 81.25433-0118  | Reduzierung 13-10           |

| Pinbelegung BF15 Buchsengehäuse |         |                             |          |                     |
|---------------------------------|---------|-----------------------------|----------|---------------------|
| PIN                             | Leitung | Querschnitt mm <sup>2</sup> | Kontakt  | Dichtungseinsatz    |
| 1                               | 90011   | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11                |
| 2                               | 191     | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11                |
| 3                               | 192     | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11                |
| 4                               | 31000   | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11                |
| 5                               | 191     | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11                |
| 6                               | 192     | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11                |
| 7                               | 90126   | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11                |
| 8                               | 90127   | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11                |
| 9                               | 90128   | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11                |
| 10                              | 90147   | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11                |
| 11                              | frei    | -                           | -        | DL10 (Blindstopfen) |
| 12                              | frei    | -                           | -        | DL10 (Blindstopfen) |

| Material für Kabelsatz |                |                                   |
|------------------------|----------------|-----------------------------------|
| Stück                  | MAN Sachnummer | Material / Leitung                |
| 2                      | 07.08302-0191  | CAN-Leitungen 2x0,75-A-RS-191-192 |
| 5                      | 07.08131-0302  | Leitungen FLRY-0,75-A-RS          |
| 1                      | 07.08131-0354  | Leitungen FLRY-0,75-A-BRWS        |
| 1                      | 04.37135-9940  | Wellrohr NW 10                    |

**Tabellen 26:** Steckverbindung zum Thermoelement mit Auswertelektronik und Abgasdifferenz/Relativdrucksensor (Fortsetzung)

**Stiftgehäuse SF15 MAN Sachnummer: 81.25475-0285**

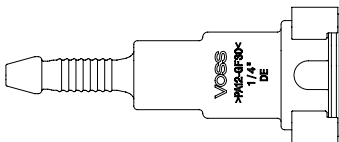
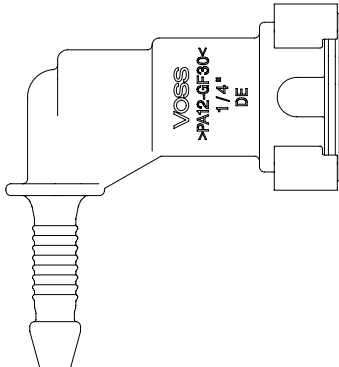
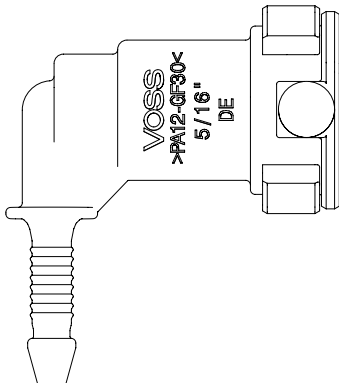
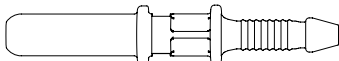


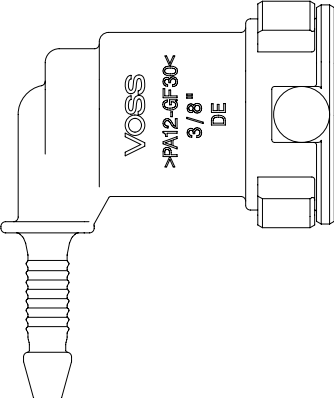
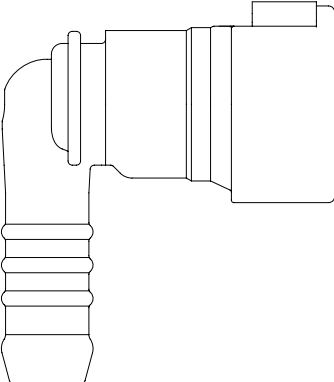
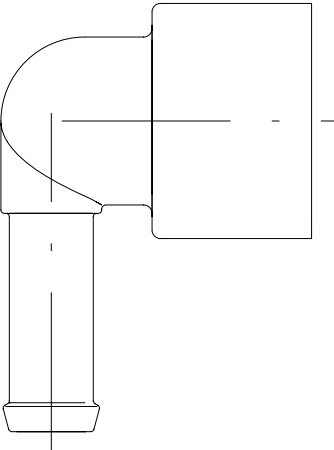
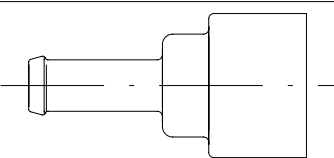
| Material für SF15 Stiftgehäuse |          |                |                                     |
|--------------------------------|----------|----------------|-------------------------------------|
| Stück                          | MAN Code | MAN Sachnummer | Teilebenennung                      |
| 1                              | SF15     | 81.25475-0285  | Stiftgehäuse                        |
| 1                              | AW95     | 81.25433-0292  | Adapter HDSCS D-180° - NW13         |
| 10                             | XG60-1<0 | 07.61201-0255  | Kontakt (Bandware)                  |
| 10                             | DL11     | 07.91163-0069  | Dichtungseinsatz                    |
| 2                              | DL10     | 07.91163-0068  | Blinddichtung                       |
| 1                              | GV59     | 81.25475-0338  | Verriegelungsschieber Gr.: „D“ gelb |
| 1                              | AR17     | 81.25433-0118  | Reduzierung 13-10                   |

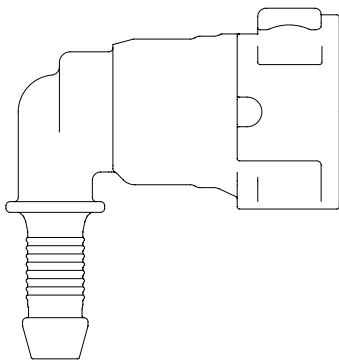
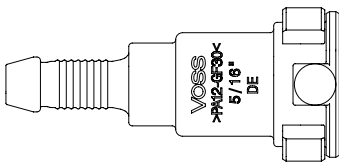
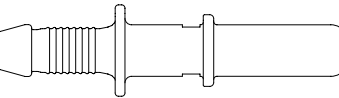
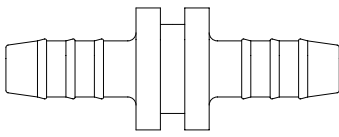
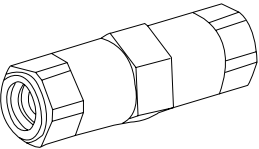
| Pinbelegung SF15 Stiftgehäuse |         |                             |          |                     |
|-------------------------------|---------|-----------------------------|----------|---------------------|
| PIN                           | Leitung | Querschnitt mm <sup>2</sup> | Kontakt  | Dichtungseinsatz    |
| 1                             | 90011   | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11                |
| 2                             | 191     | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11                |
| 3                             | 192     | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11                |
| 4                             | 31000   | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11                |
| 5                             | 191     | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11                |
| 6                             | 192     | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11                |
| 7                             | 90126   | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11                |
| 8                             | 90127   | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11                |
| 9                             | 90128   | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11                |
| 10                            | 90147   | 0,75                        | XU60-1<0 | DL11                |
| 11                            | frei    | -                           | -        | DL10 (Blindstopfen) |
| 12                            | frei    | -                           | -        | DL10 (Blindstopfen) |

#### 4.12.3.6 Teileliste

**Tabelle 27:** Übersicht Einzelteile zur Leitungsverlängerung

| Abbildung                                                                          | MAN Sachnummer | Baureihe   | Bezeichnung                                | Verwendung       |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------|--------------------------------------------|------------------|
|    | 81.98180.6036  | TGS<br>TGX | Voss Stecker gerade<br>SAE 1/4" NW3        | AdBlue-Leitungen |
|    | 81.98180.6037  | TGS<br>TGX | Voss Winkelstecker<br>SAE 1/4" NW3         | AdBlue-Leitungen |
|  | 81.98180.6042  | TGS<br>TGX | Voss Winkelstecker<br>SAE J 2044 5/16" NW3 | AdBlue-Leitungen |
|  | 81.98180.6039  | TGS<br>TGX | Voss Anschlusspin<br>SAE J 2044 1/4" NW3   | AdBlue-Leitungen |

| Abbildung                                                                          | MAN Sachnummer | Baureihe   | Bezeichnung                              | Verwendung          |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------|------------------------------------------|---------------------|
|    | 81.98180.6041  | TGS<br>TGX | Voss Winkelstecke<br>SAE J 2044 3/8" NW3 | AdBlue-Leitungen    |
|   | 81.98180.6027  | TGS<br>TGX | Winkelstecker                            | Heizwasserleitungen |
|  | 81.98180.6015  | TGS<br>TGX | Winkelstecker<br>PS3 NW 12               | Heizwasserleitungen |
|  | 81.98180.6004  | TGS<br>TGX | Stecker gerade<br>PS3 NW 12              | Heizwasserleitungen |

| Abbildung                                                                           | MAN Sachnummer          | Baureihe   | Bezeichnung                                 | Verwendung                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------|---------------------------------------------|-------------------------------------|
|     | 81.98180.6035           | TGS<br>TGX | Voss Winkelstecker<br>SAE 9,89 NW6          | Heizwasserleitungen                 |
|     | 81.98180.6044           | TGS<br>TGX | Voss Stecker gerade<br>SAE J 2044 5/16" NW6 | Heizwasserleitungen                 |
|     | 81.98180.6038           | TGS<br>TGX | Voss Anschlusspin<br>SAE J 2044 5/16" NW6   | Heizwasserleitungen                 |
|    | 81.98181.0201           | TGS<br>TGX | Verbindung für<br>PA-Rohre 9 x 1,5          | Heizwasserleitungen                 |
|  | 81.98181.6043           | TGS<br>TGX | Voss Steckverbindung<br>für PA-Rohre 6 x 1  | Druckluftleitung zum<br>Fördermodul |
|  | OETIKER-Nr.<br>16700004 | TGS<br>TGX | Spannschelle<br>(stufenlose Ohr Klemme)     | AdBlue-Leitungen                    |
|  | OETIKER-Nr.<br>16700014 | TGS<br>TGX | Spannschelle<br>(stufenlose Ohr Klemme)     | Heizwasserleitungen                 |
|  |                         |            | Ummantelung Coflex<br>Typ 26/32             | Isolierung<br>der Leitungsstränge   |
|   | 04.27405.0090           | TGS<br>TGX | Schlauch 6 x 3 EPDM                         | Heizwasserleitungen                 |

#### 4.12.4 Motorkühlung

- Komponenten des serienmäßig verbauten Kühlsystems (Kühler, Kühlergrill, Luftkanäle, Kühlkreislauf) dürfen nicht verändert werden.
- Ausnahmen nur mit Genehmigung durch MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“).
- Änderungen am Kühler, die die Kühlfläche verringern, sind nicht genehmigungsfähig.
- Das Kühlsystem darf **ausschließlich** mit denen von MAN freigegebenen Kühlmitteln entsprechend der Angabe in der Betriebsstoffdatenbank befüllt werden.
- Es dürfen keine kupferhaltigen Materialien im Kühlkreislauf verbaut werden.

Unter folgenden Bedingungen kann ein Kühler mit angepassten Leistungsdaten erforderlich sein:

- überwiegend stationärer Betrieb
- Einsatz in klimatisch ungünstigen Zonen (z.B. Heißlandeinsatz)
- Einsatzfälle bei denen z.B. durch hohe Staubbelastung mit einem Zusetzen des Kühlers und dadurch mit verminderter Kühlleistung zu rechnen ist.

Auskunft über das werksseitig verfügbare Lieferprogramm für das jeweilige Fahrzeug gibt die nächstliegende MAN-Verkaufs-Niederlassung für nachträglichen Einbau die nächstliegende MAN-Service-Niederlassung oder MAN-Vertragswerkstatt. Bei Anbau eines Kühlers von Drittanbietern sind zwingend die Vorgaben der mechanischen Einbaurichtlinien für Einbaumotoren zu befolgen. Diese können bei MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) angefordert werden.

#### 4.12.5 Motorkapsel, Geräuschkapsel

Eingriffe und Änderungen an einer ab Werk vorhandenen Motorkapsel, sind nicht zulässig. Sind Fahrzeuge als „lärmarm“ oder „geräuscharm“ definiert, so verlieren sie aufgrund der nachträglichen Eingriffe ihren Status. Die Wiedererlangung des zuvor vorhandenen Status ist im Verantwortungsbereich des umbauenden Betriebs.

#### 4.13 Einbau anderer Schaltgetriebe, Automatikgetriebe, Verteilergetriebe

Der Einbau von MAN nicht dokumentierter Schalt- bzw. Automatikgetriebe ist wegen fehlender Einbindung in den Triebstrang-CAN nicht möglich. Nichtbeachtung führt zu Fehlfunktionen sicherheitsrelevanter Elektronik.

Der Einbau von fremden Verteilergetrieben (z.B. zur Verwendung als Nebenabtrieb) beeinflusst die Triebstrangelektronik. Bei Fahrzeugen mit mechanischem Schaltgetriebe ist eine Anpassung durch Parametrierung unter Umständen möglich. Dies ist vor Beginn der Maßnahmen bei MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) anzufragen.

Grundsätzlich nicht zulässig ist der Einbau in Fahrzeuge mit MAN TipMatic/ ZF ASTRONIC (Getriebe ZF12AS).

## 5. Aufbau

### 5.1 Allgemeines

Zur Identifikation ist jeder Aufbau mit einem Typschild zu versehen. Aus dem folgende Angaben in der nachstehenden Reihenfolge unlöschar aufzuführen sind:

- Name des Herstellers
- vollständige Typengenehmigungsnummer.

Die Zeichen müssen eine Mindesthöhe von 4 mm aufweisen.

Die Daten auf dem Typschild müssen dauerhaft kenntlich gemacht werden. Geltende Normen zur Ladungssicherung an Nutzfahrzeugen, in Europa insbesondere EN 12640 (Zurpunkte), 12641 (Planen) und 12642 (Aufbauten) sind zu beachten, auf Verlangen z.B. im Kaufvertrag zu erfüllen. Aufbauten beeinflussen erheblich die Fahreigenschaften und Fahrwiderstände und damit den Kraftstoffverbrauch. Aufbauten dürfen daher nicht unnötig Fahrwiderstände erhöhen oder Fahreigenschaften verschlechtern. Die unvermeidbare Rahmendurchbiegung und Rahmenverwindung darf für Aufbau und Fahrzeug keine nachteiligen Eigenschaften verursachen. Sie muss vom Aufbau ebenso wie vom Fahrgestell aufgenommen werden können. Ca-Wert für die unvermeidliche Durchbiegung:

**Formel 16:** Ca -Wert zulässige Durchbiegung

$$f = \frac{\sum_i l_i + l_u}{200}$$

Es bedeuten:

|       |   |                                                     |
|-------|---|-----------------------------------------------------|
| f     | = | maximale Durchbiegung in [mm]                       |
| $l_i$ | = | Radstände, $\sum l_i$ = Summe der Radstände in [mm] |
| $l_u$ | = | Rahmenüberhang in [mm]                              |

Vom Aufbau sind möglichst wenige Schwingungen auf das Fahrgestell zu übertragen.

Wir setzen voraus, dass Aufbauhersteller den notwendigen Hilfs- oder Montagerahmen zumindest überschlägig auslegen können.

Ebenso wird erwartet, dass durch geeignete Maßnahmen eine Fahrzeugüberlastung ausgeschlossen wird.

Die im Fahrzeugbau üblichen unvermeidlichen Toleranzen und Hysteresen sind zu berücksichtigen.

Hierzu zählen z.B.:

- Reifen
- Federn (auch Hysterese in der Luftfederung)
- Rahmen.

Während des Fahrzeugeinsatzes ist mit weiteren maßlichen Veränderungen zu rechnen.

Hierzu zählen z.B.:

- Federsetzen
- Reifenverformung
- Aufbauverformung.

Der Rahmen darf vor und während der Montage nicht verformt werden. Das Fahrzeug ist vor der Montage einige Male vor- und zurückzufahren, um eingeprägte Spannungen abzubauen. Dies gilt aufgrund der bei Kurvenfahrt vorhandenen Achsverzwängung besonders bei Fahrzeugen mit mehr als 2 Achsen. Zur Aufbaumontage ist das Fahrzeug auf einen ebenen Montageplatz zu stellen. Unterschiedliche Rahmenhöhen links/rechts von  $\leq 1,5\%$  des Maßes Boden bis Rahmenoberkante liegen im Bereich der oben beschriebenen Hysterese- und Setzeffekte. Sie müssen vom Aufbau ertragen werden und dürfen nicht durch Rahmenrichten, Federbeilagen oder Einstellung der Luftfederung ausgeglichen werden, da sie sich im Einsatz zwangsläufig ändern. Unterschiede  $> 1,5\%$  sind vor einer Reparatur der Kundendienstabteilung bei MAN zu melden. Diese entscheidet welche Maßnahmen vom Aufbauhersteller und/oder der MAN-Werkstatt zu ergreifen sind.

Zugänglichkeit, Freigängigkeit:

Die Zugänglichkeit zu den Einfüllstutzen von AdBlue®, Kraftstoff und weiteren Betriebsstoffen mittels Zapfpistole muss ggf. durch entsprechende Ausschnitte am Aufbau gewährleistet werden. Dies gilt insbesondere bei hilfsrahmenlosen Aufbauten und Aufbauten mit niedriger Unterbauhöhe. Die Zugänglichkeit am Rahmen angebauten Aggregaten (z.B. Reserveradaufzug, Batteriekasten) darf durch den Aufbau nicht eingeschränkt werden.

**Die Freigängigkeit beweglicher Teile gegenüber dem Aufbau darf nicht beeinträchtigt sein.**

Zum Beispiel:

- Bremszylinder
- Getriebschaltung (Schaltgestänge, Seilzugschaltung)
- Achsführungsteile
- Intarderverrohrung usw.

Bei der Mindestfreigängigkeit ist zu berücksichtigen:

- maximale Einfederung
- dynamische Einfederung während der Fahrt
- Einfederung beim Anfahren oder Abbremsen
- Seitenneigung bei Kurvenfahrt
- Gleitschutzkettenbetrieb
- Notlaufeigenschaften, etwa Federbaldschaden während der Fahrt und daraus folgende Seitenneigung (z.B.  $3^\circ$  Seitenneigung nach ISO 1726 bei Sattelzugmaschinen siehe auch Heft 'VerbindungseinrichtungenTG').

Trotz Radabdeckungen kann es insbesondere bei 'Off-Road' Einsätzen dazu kommen, dass Schmutz, Steine, Sand etc. von Rädern gegen den Aufbau geschleudert werden. Aufbauten sind in geeigneter Weise (z.B. Schutzgitter, widerstandsfähige Beschichtung) davor zu schützen.

### 5.1.1 Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)

Die Maschinenrichtlinie kann unter folgendem Link von EUR-Lex bezogen werden:

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:157:0024:0086:DE:PDF>  
oder über <http://eur-lex.europa.eu>

#### Allgemeines

Die Maschinenrichtlinie dient dazu die Sicherheit und die Gesundheit von Personen, insbesondere von Arbeitnehmern, Verbrauchern und Sachen, insbesondere in Bezug auf Risiken beim Umgang mit Maschinen, zu gewährleisten.

Sie legt allgemein gültige grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen nach dem Stand der Technik zum Zeitpunkt der Konstruktion sowie technischen und wirtschaftlichen Erfordernissen fest, die durch eine Reihe von spezifischeren Anforderungen für bestimmte Maschinengattungen ergänzt werden.

Für jede Art von Maschinen gibt es angemessene Verfahren mit denen die Erfüllung der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen überprüft werden. Diese beinhalten die Konformitätsbewertungsverfahren, die CE-Konformitätskennzeichnung sowie eine Risikobeurteilung. Des Weiteren muss der Maschinenhersteller für jede Maschine eine technische Dokumentation erstellen.

#### Anwendungsbereich

Zusätzlich zu den Aufbau Richtlinien ist von Aufbauherstellern auch die Maschinenrichtlinie zu beachten. Das LKW-Chassis (LKW-Fahrgestell) unterliegt grundsätzlich nicht der Maschinenrichtlinie, da die hierfür geltenden gesetzlichen Anforderungen in der Richtlinie über die Betriebserlaubnis für Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger (70/156/EWG) geregelt sind.

Für diverse Aufbauten gilt jedoch die Maschinenrichtlinie. Die in diesen Geltungsbereich fallenden Erzeugnisse (Aufbauten) sind in der Maschinenrichtlinie im Artikel 1 (Anwendungsbereich) definiert.

Grundsätzlich gilt die Maschinenrichtlinie für:

- Maschinen
- Auswechselbare Ausrüstungen
- Sicherheitsbauteile
- Lastaufnahmemittel
- Ketten, Seile und Gurte
- Abnehmbare Gelenkwellen
- Unvollständige Maschinen

Beispiele hierfür sind:

- Ladekräne
- Hubladebühnen (Ladebordwände)
- Kipperaufbauten
- Saug- / Spülaufbau
- Abschleppplateau
- am Fahrzeug angebrachte Kompressoren
- Müllpressen
- Beton- / Zementtrommeln
- Mulden
- mechanisch angetriebene Seilwinden
- Abroll- / Absetkipperaufbauten
- Hubarbeitsplattformen / -bühnen
- Tankaufbauten

Ausgenommen sind unter anderem:

- Land- und forstwirtschaftliche Zugmaschinen
- Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger (70/156/EWG)

Wenn ein solches Erzeugnis (Auf-/ Anbau) auf das LKW-Fahrgestell aufgebaut wird, gilt die Maschinenrichtlinie nicht für das LKW-Fahrgestell, jedoch für den Aufbau. Ebenso gilt die Maschinenrichtlinie für die **Schnittstellen zwischen LKW-Fahrgestell und Aufbau** welche für eine sichere Bewegung und Bedienung der Maschine zuständig sind. Daher ist bei aufgebauten Fahrzeugen zu unterscheiden zwischen **selbstfahrenden Arbeitsmaschinen**, die in ihrer Gesamtheit unter die Maschinenrichtlinie fallen und **LKW-Fahrgestellen mit auf-/ angebauten Maschinen**.

Beispiele für mögliche selbstfahrende Arbeitsmaschinen:

- selbstfahrende Baumaschinen
- Betonpumpen
- Autokran
- Schlammsauger
- Bohrgeräteträgerfahrzeug

#### Definition Maschinen nach 2006/42/EG

*„— eine mit einem anderen Antriebssystem als der unmittelbar eingesetzten menschlichen oder tierischen Kraft ausgestattete oder dafür vorgesehene Gesamtheit miteinander verbundener Teile oder Vorrichtungen, von denen mindestens eines bzw. eine beweglich ist und die für eine bestimmte Anwendung zusammengefügt sind;*

*— eine Gesamtheit im Sinne des ersten Gedankenstrichs, der lediglich die Teile fehlen, die sie mit ihrem Einsatzort oder mit ihren Energie- und Antriebsquellen verbinden;*

*— eine einbaufertige Gesamtheit im Sinne des ersten und zweiten Gedankenstrichs, die erst nach Anbringung auf einem Beförderungsmittel oder Installation in einem Gebäude oder Bauwerk funktionsfähig ist;*

*— eine Gesamtheit von Maschinen im Sinne des ersten, zweiten und dritten Gedankenstrichs oder von unvollständigen Maschinen im Sinne des Buchstabens g, die, damit sie zusammenwirken, so angeordnet sind und betätigt werden, dass sie als Gesamtheit funktionieren;*

*— eine Gesamtheit miteinander verbundener Teile oder Vorrichtungen, von denen mindestens eines bzw. eine beweglich ist und die für Hebevorgänge zusammengefügt sind und deren einzige Antriebsquelle die unmittelbar eingesetzte menschliche Kraft ist;“*

Quelle: Auszug aus 2006/42/EG

### 5.1.2 CE-Kennzeichnung (CE-Konformitätskennzeichnung nach 2006/42/EG)

Der Aufbauhersteller hat zu gewährleisten, dass der Aufbau mit Anbauteilen und Zubehör den gesetzlichen Anforderungen entspricht. In der Maschinenrichtlinie (2006/42/EG) sind die Arten von Maschinen festgelegt die eine CE-Kennzeichnung erfordern.

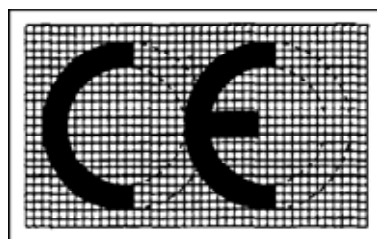
Grundsätzlich gilt für den Aufbau:

- Alle Maschinen müssen mit der CE-Kennzeichnung versehen werden, d.h. auch Sicherheitsbauteile, abnehmbare Gelenkwellen, Ketten, Seile und Gurte.
- Unvollständige Maschinen dürfen keine CE-Kennzeichnung tragen.

Für die CE-Kennzeichnung auf Maschinen gilt:

- Die CE-Kennzeichnung ist sichtbar, leserlich und dauerhaft auf dem Erzeugnis anzubringen.
- Auf Maschinen dürfen keine Kennzeichnungen, Zeichen oder Aufschriften angebracht werden, die möglicherweise von Dritten hinsichtlich ihrer Bedeutung oder Gestalt oder in beiderlei Hinsicht mit der CE-Kennzeichnung verwechselt werden können.
- Jede andere Kennzeichnung darf auf Maschinen angebracht werden, wenn sie die Sichtbarkeit, Lesbarkeit und Bedeutung der CE-Kennzeichnung nicht beeinträchtigt.
- Die CE-Kennzeichnung muss gleichberechtigt neben der Angabe des Maschinenherstellers stehen und deshalb mittels der gleichen Technik angebracht werden wie diese. Um eventuell auf Bauteilen vorhandene CE-Kennzeichnungen von der CE-Kennzeichnung der Maschine zu unterscheiden, muss Letztere neben dem Namen dessen angebracht werden, der für die Maschine verantwortlich ist, d. h. neben dem Namen des Herstellers oder seines Bevollmächtigten.
- Es ist untersagt, bei der Anbringung der CE-Kennzeichnung das Baujahr der Maschine vor- oder nachzutudieren.
- Bei Verkleinerung oder Vergrößerung der CE-Kennzeichnung müssen die hier wiedergegebenen Proportionen gewahrt bleiben.
- Die Bestandteile der CE-Kennzeichnung müssen annähernd gleich hoch sein; die Mindesthöhe beträgt 5 mm. Bei kleinen Maschinen kann diese Mindesthöhe unterschritten werden.

Die CE-Kennzeichnung besteht aus den Buchstaben „CE“ mit folgendem Schriftbild:

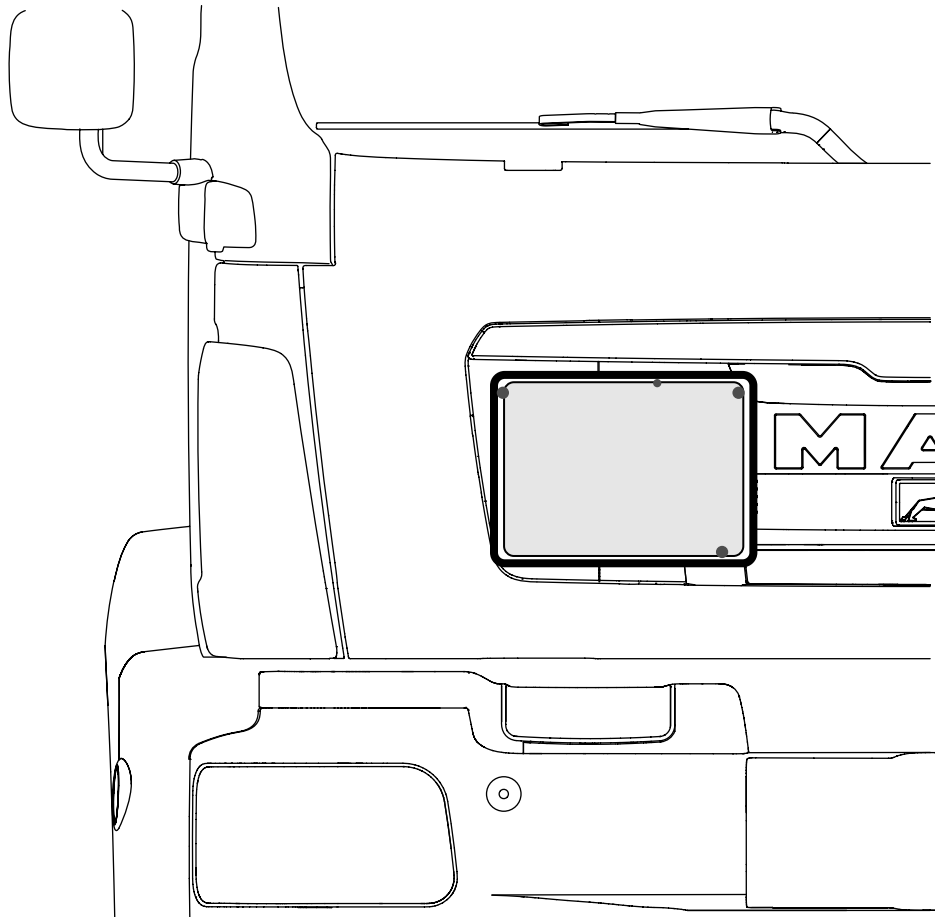


Fällt eine Maschine unter weitere Richtlinien, die andere Aspekte regeln und ebenfalls das Anbringen einer CE Kennzeichnung vorschreiben, so bedeutet die CE-Kennzeichnung, dass diese Maschine auch den Bestimmungen dieser anderen Richtlinien entspricht. Hat jedoch der Hersteller oder sein Bevollmächtigter nach einer oder mehrerer dieser Richtlinien während einer Übergangszeit die Wahl der anzuwendenden Regelung, so wird durch die CE-Kennzeichnung lediglich die Konformität mit den Bestimmungen der von ihm angewandten Richtlinien angezeigt. Die Nummern der jeweils angewandten Richtlinien laut Veröffentlichung im Amtsblatt der Europäischen Union sind in der EG-Konformitätserklärung anzugeben. Wenn das Verfahren der umfassenden Qualitätssicherung (nach 2006/42/EG Artikel 12 Absatz 3 Buchstabe c bzw. Artikel 12 Absatz 4 Buchstabe b) angewandt wurde, ist der CE-Kennzeichnung die Kennnummer der benannten Stelle anzufügen.

### 5.1.3 Befestigung der Gefahrguttafel an der Frontklappe

Um Schäden an der Frontklappe bei der Befestigung der Gefahrguttafel zu vermeiden ist die Anbringung nach der Service Information "SI-Nummer: 288606 – Gefahrguttafel" durchzuführen. Diese ist über die MAN Fachwerkstätten erhältlich.

**Bild 93:** Korrekte Position der Gefahrguttafel an der Frontklappe ESC-485



## 5.2 Korrosionsschutz

Der Oberflächen- und Korrosionsschutz beeinflusst Lebensdauer und Aussehen des Produkts.

Die Beschichtungsqualität von Aufbauten sollte daher generell dem Niveau des Fahrgestells entsprechen.

Zur Sicherstellung dieser Forderung ist für Aufbauten, welche von MAN in Auftrag gegeben werden, die MAN-Werknorm M 3297 „Korrosionsschutz und Beschichtungssysteme für Fremdaufbauten“ verbindlich anzuwenden. Beauftragt der Kunde den Aufbau, gilt sie als Empfehlung, wobei Nichteinhaltung Gewährleistung durch MAN für die Folgen ausschließt. Bezugsmöglichkeit für MAN-Werknormen besteht über [www.normen.man-nutzfahrzeuge.de](http://www.normen.man-nutzfahrzeuge.de) (Registrierung erforderlich). MAN-Fahrgestelle werden in der Serienproduktion mit umweltfreundlichem 2K-Chassisdecklack auf Wasserbasis bei Trocknungstemperaturen bis ca. 80°C beschichtet. Zur Gewährleistung einer gleichwertiger Beschichtung wird bei allen Metallbaugruppen des Aufbaus und des Hilfsrahmens sowie nach Rahmenänderungen am Fahrgestell folgender Beschichtungsaufbau vorausgesetzt:

- Metallisch blanke bzw. gestrahlte (SA 2,5) Bauteiloberfläche
- Grundierung: 2K-EP-Haftgrund oder KTL nach MAN-Werknorm M 3078-2 mit Zinkphosphat-Vorbehandlung
- Decklack: 2K- Decklack nach MAN-Werknorm M 3094 vorzugsweise auf Wasserbasis; falls Einrichtungen hierfür fehlen, auch auf Lösungsmittelbasis ([www.normen.man-nutzfahrzeuge.de](http://www.normen.man-nutzfahrzeuge.de), Registrierung erforderlich). Anstelle Grundierung und Decklackierung ist für den Unterbau des Aufbaus (z.B. Längs-, Querträger und Knotenbleche) auch eine Feuerverzinkung möglich.

Der Spielraum für Trocknungs- bzw. Aushärtungszeiten und -temperaturen ist den jeweiligen Datenblättern des Lackherstellers zu entnehmen.

Bei der Auswahl und Kombination unterschiedlicher Metallwerkstoffe (z.B. Aluminium und Stahl) ist die Auswirkung der elektrochemischen Spannungsreihe auf Korrosionserscheinungen an den Grenzflächen zu berücksichtigen (Isolierung). Die Verträglichkeit der Werkstoffe ist zu berücksichtigen.

Nach allen Arbeiten am Fahrgestell:

- Bohrspäne entfernen
- Kanten entgraten
- Hohlräume mit Wachs konservieren.

Mechanische Verbindungselemente (z.B. Schrauben, Muttern, Scheiben, Bolzen) die nicht überlackiert werden, sind optimal gegen Korrosion zu schützen. Zur Vermeidung von Korrosion durch Salzeinwirkung während Standzeiten in der Aufbauphase, sind alle Fahrgestelle nach der Ankunft beim Aufbauhersteller mit Klarwasser von Salzurückständen zu befreien.

## 5.3 Hilfsrahmen

### 5.3.1 Allgemeines

Wenn ein Hilfsrahmen erforderlich ist, dann ist dieser durchgehend auszuführen.

Er darf nicht unterbrochen oder seitlich ausgebogen sein (Ausnahmen z.B. bei einigen Kippern bedürfen der Genehmigung).

Die Freigängigkeit aller beweglichen Teile darf durch die Hilfsrahmenkonstruktion nicht eingeschränkt werden.

### 5.3.2 Zulässige Werkstoffe, Streckgrenze

Die Streckgrenze, auch Dehngrenze oder  $\sigma_{0,2}$ -Grenze genannt, darf in keinem Fahr- oder Belastungszustand überschritten werden, Sicherheitsbeiwerte sind zu berücksichtigen. Streckgrenzen verschiedener Hilfsrahmenwerkstoffe (siehe Tabelle 28).

**Tabelle 28:** Hilfsrahmenwerkstoffe (Beispiele), Normbezeichnungen und Streckgrenzen

| Werkstoffnummer | Werkstoffbezeichnung alt | Norm alt        | $\sigma_{0,2}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $\sigma_B$<br>N/mm <sup>2</sup> | Werkstoff bez. neu | Norm neu       | Eignung für TGS/TGX Hilfsrahmen |
|-----------------|--------------------------|-----------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|
| 1.0037          | St37-2                   | DIN 17100       | $\geq 235$                          | 340-470                         | S235JR             | DIN EN 10025   | nicht zulässig                  |
| 1.0570          | St52-3                   | DIN 17100       | $\geq 355$                          | 490-630                         | S355J2G3           | DIN EN 10025   | gut geeignet                    |
| 1.0971          | QStE260N                 | SEW 092         | $\geq 260$                          | 370-490                         | S260NC             | DIN EN 10149-3 | nicht zulässig                  |
| 1.0974          | QStE340TM                | SEW 092         | $\geq 340$                          | 420-540                         | entfällt           |                | nicht bei Punktlasten           |
| 1.0976          | nicht vorhanden          | nicht vorhanden | $\geq 355$                          | 430-550                         | S355MC             | DIN EN 10149-2 | gut geeignet                    |
| 1.0978          | QStE380TM                | SEW 092         | $\geq 380$                          | 450-590                         | entfällt           | DIN EN 10149-2 | gut geeignet                    |
| 1.0980          | QStE420TM                | SEW 092         | $\geq 420$                          | 480-620                         | S420MC             | DIN EN 10149-2 | gut geeignet                    |
| 1.0984          | QStE500TM                | SEW 092         | $\geq 500$                          | 550-700                         | S500MC             | DIN EN 10149-2 | gut geeignet                    |

Die Werkstoffe S235JR (St37-2) und S260NC (QStE260N) sind als Hilfsrahmen für TGS/TGX nicht zugelassen.

### 5.3.3 Hilfsrahmengestaltung

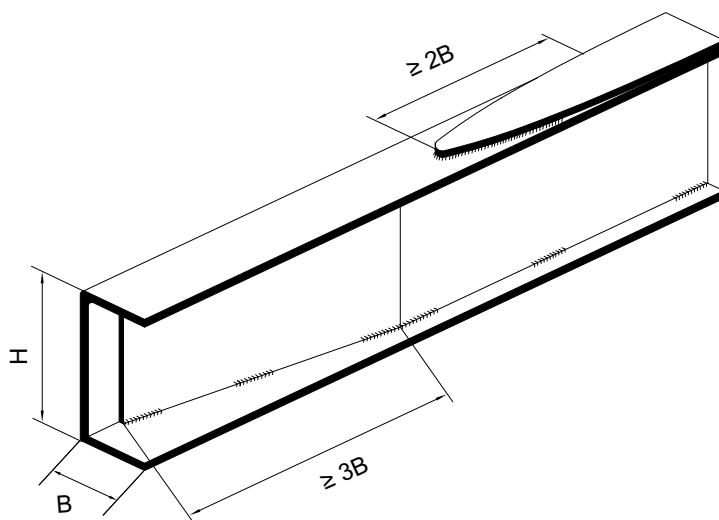
Der Hilfsrahmen muss die gleiche äußere Breite wie der Fahrgestellrahmen haben und der Außenkontur des Hauptrahmens folgen. Der Längsträger des Hilfsrahmens muss eben auf dem oberen Flansch der Rahmenlängsträger aufliegen.

Soweit möglich sollen Hilfsrahmen verdrehweich gestaltet werden.

Die im Fahrzeugbau üblichen abgekanteten U-Profile kommen der Forderung nach Verdrehweichheit gut entgegen.

Walzprofile sind nicht zulässig. Wird ein Hilfsrahmen an verschiedenen Stellen zum Kasten geschlossen, so ist für einen allmählichen Übergang vom Kasten zum U-Profil zu sorgen. Der Übergang vom geschlossenen zum offenen Profil muss wenigstens auf der dreifachen Hilfsrahmenbreite erfolgen (siehe Bild 94).

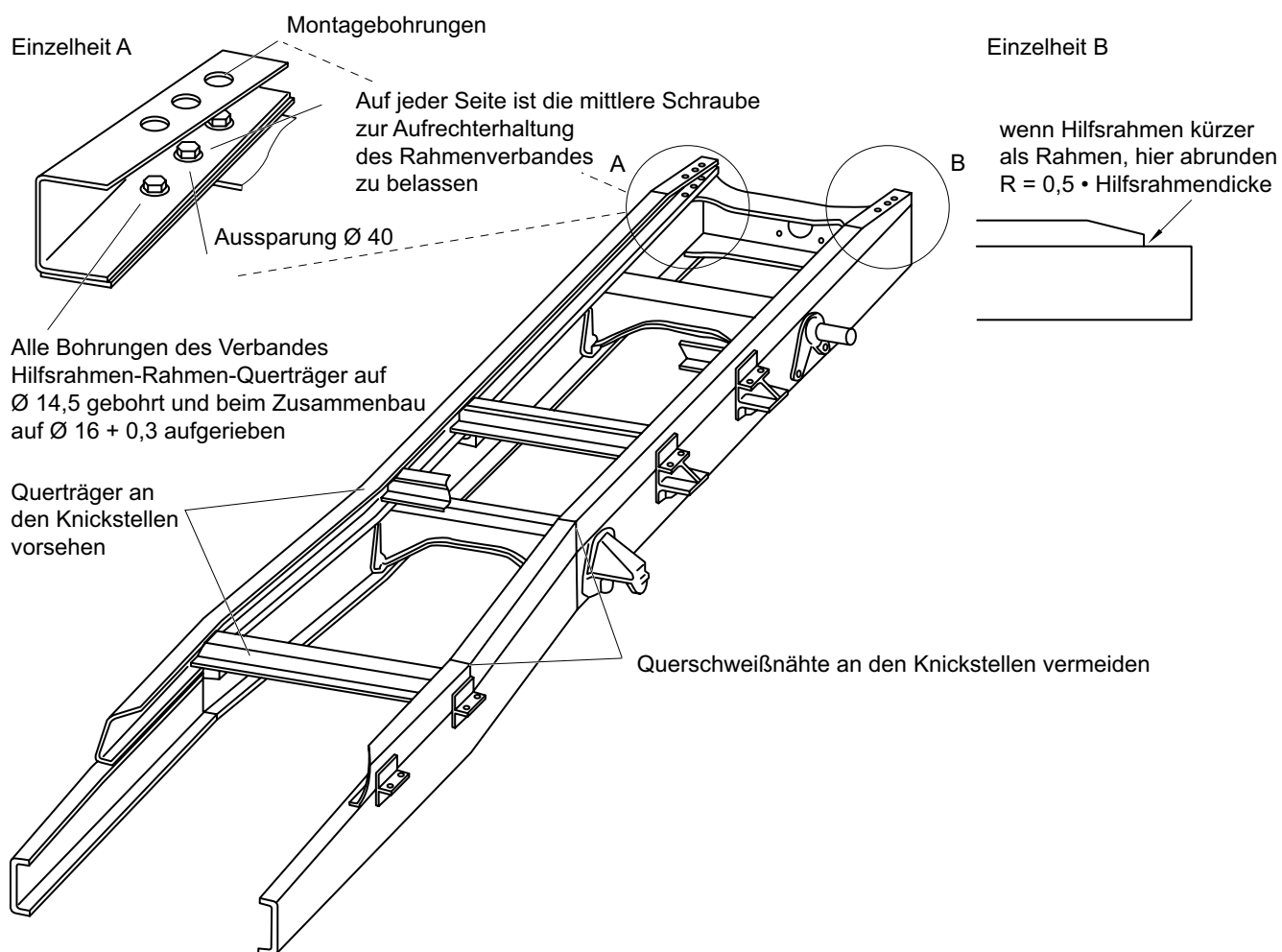
**Bild 94:** Übergang vom Kasten- zum U-Profil ESC-043



Hilfsrahmenquerträger sind nach Möglichkeit über der Position der Rahmenquerträger anzuordnen.

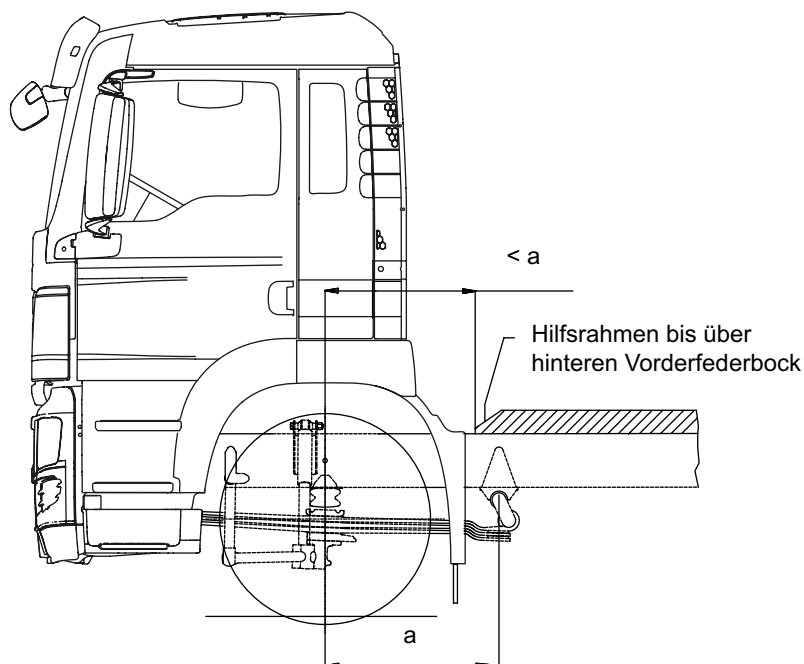
Bei der Hilfsrahmenmontage darf der Hauptrahmenverband nicht gelöst werden.

**Bild 95:** Hilfsrahmengestaltung ESC-096



Der Hilfsrahmenlängsträger muss möglichst weit nach vorne reichen, mindestens jedoch bis über den hinteren Vorderfederbock. Bei luftgefederter 1. Achse empfehlen wir einen Abstand von  $\leq 600$  mm zwischen Radmitte 1. Achse und Hilfsrahmen.

**Bild 96:** Hilfsrahmenabstand von Mitte 1. Achse ESC-497



Um die geforderten Maße einhalten zu können, muss der Hilfsrahmen der Rahmenkontur folgen, er muss vorne abgeschrägt oder ausgespart sein. (Beispiele siehe Bild 97 bis Bild 100).

**Bild 97:** Hilfsrahmenabschrägung vorne ESC-030

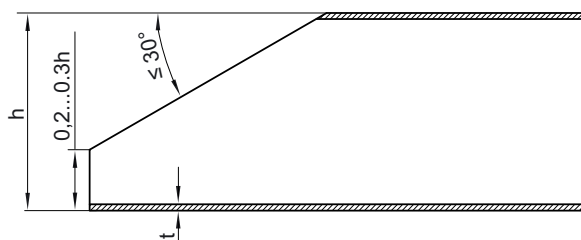


**Bild 98:** Hilfsrahmenaussparung vorne ESC-031

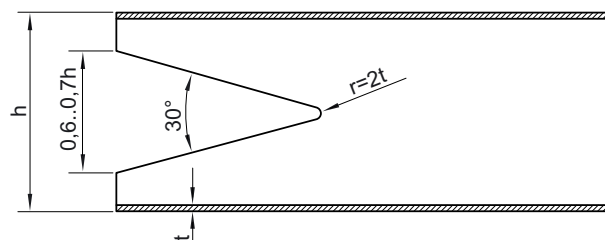


**Bild 99:** Hilfsrahmen - Anpassung durch Spreizen ESC-098

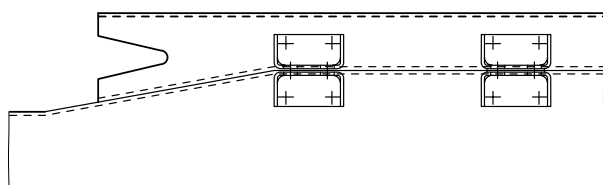
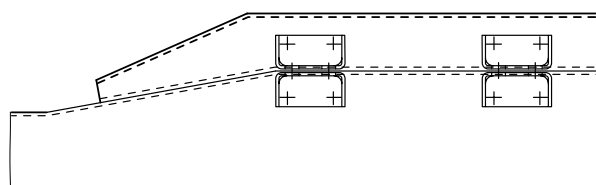


**Bild 100:** Hilfsrahmen - Anpassung durch Abschrägen ESC-099



### 5.3.4 Befestigen von Hilfsrahmen und Aufbauten

Die Krafteinleitung aus dem Aufbau in den Hilfsrahmen - insbesondere die Befestigung des Aufbaus gegenüber dem Rahmenverband - sowie die zugehörigen Verbindungen zum Hauptrahmen liegen stets in der Verantwortung des Aufbauherstellers. Hilfsrahmen und Fahrgestellrahmen sind miteinander schubweich oder schubstarr zu verbinden. Je nach Aufbausituation sind beide Verbindungsarten zu kombinieren (man spricht dann von teilweise schubstarr und gibt Länge und Bereich der schubstarran Verbindung an). Von MAN mitgelieferte Befestigungswinkel sind für die schubweiche Montage von Ladebrücken und Kofferaufbauten gedacht. Die Eignung für andere An- und Aufbauten ist zwar nicht ausgeschlossen, jedoch ist zu überprüfen, ob beim Aufbau von Arbeitsgeräten und -maschinen, Hebezeugen, Tankaufbauten usw. eine ausreichende Festigkeit gegeben ist. Holzbeilagen und elastische Beilagen zwischen Rahmen und Hilfsrahmen oder Rahmen und Aufbau sind nicht zulässig (siehe Bild 101).

Begründete Ausnahmen sind möglich, wenn durch MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) eine schriftliche Genehmigung erteilt werden kann.

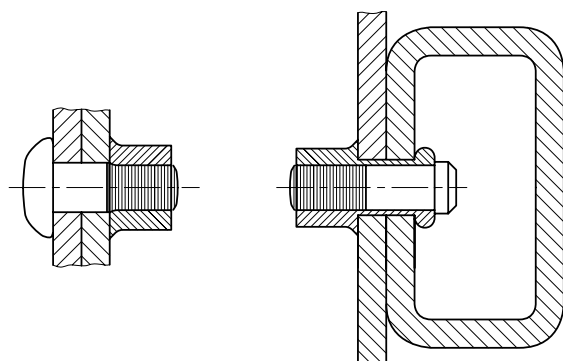
**Bild 101:** Elastische Beilagen ESC-026



### 5.3.5 Schraub- und Nietverbindungen

Zulässig sind Schraubverbindungen mindestens Festigkeitsklasse 10.9 mit mechanischer Losdrehicherung, Schraubverbindungen siehe auch Kapitel 4.3 in diesem Heft. Ebenfalls möglich ist auch die Verwendung von hochfesten Nieten (z.B. Huck®-BOM oder Schließringbolzen) mit Verarbeitung nach Herstellervorgaben. Die Nietverbindung muss hinsichtlich Ausführung und Festigkeit mindestens der Schraubverbindung entsprechen.

**Bild 102:** Nietverbindung bei offenen und bei geschlossenen Profilen ESC-157

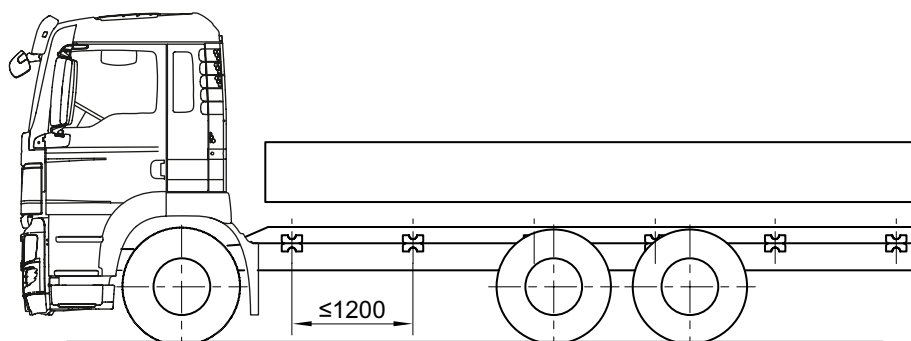


### 5.3.6 Schubweiche Verbindung

Schubweiche Verbindungen sind kraft-/reibschlüssig. Eine Relativbewegung zwischen Rahmen- und Hilfsrahmen ist bedingt möglich. Alle Aufbauten oder Hilfsrahmen, die durch Befestigungswinkel mit dem Fahrzeugrahmen verschraubt werden, sind schubweiche Verbindungen. Auch wenn Schubleche verwendet werden sind diese Verbindungselemente als schubweich zu betrachten, wenn sie nicht den Bedingungen einer schubstarken Verbindung genügen (siehe Kapitel 5.3.7 weiter unten). Bei einer schubweichen Verbindung sind zunächst die am Fahrgestell vorgesehenen Befestigungspunkte zu verwenden. Sind diese nicht ausreichend oder aus konstruktiven Gründen nicht verwendbar, dann sind zusätzliche Befestigungen an geeigneten Stellen vorzusehen.

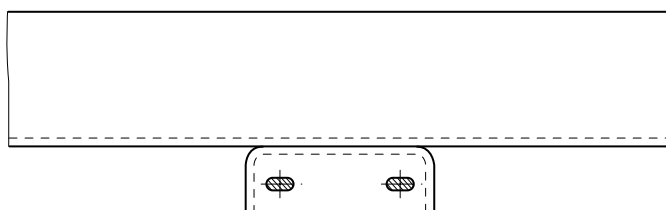
Bei zusätzlich erforderlichen Rahmenbohrungen ist Kapitel 4.3 zu beachten. Die Anzahl der Befestigungen ist so zu wählen, dass der Mittenabstand zwischen den Befestigungspunkten 1.200 mm nicht überschreitet (siehe Bild 103).

**Bild 103:** Abstand Hilfsrahmenbefestigungen ESC-400

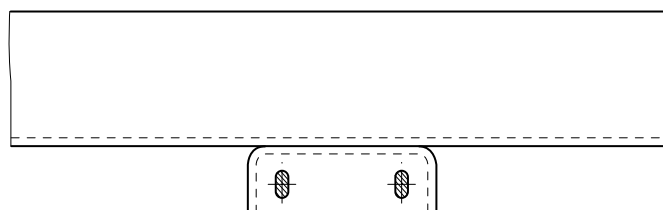


Werden MAN-Befestigungswinkel lose oder am Fahrzeug mitgeliefert, entbindet dies den Aufbauhersteller nicht von der Pflicht zu prüfen, ob Anzahl und Anordnung (vorhandene Rahmenbohrungen) für seinen Aufbau richtig bzw. ausreichend sind. Die Befestigungswinkel an MAN-Fahrzeugen sind mit Langlöchern versehen, die in Fahrzeuginnenrichtung weisen (siehe Bild 104). Sie gleichen Toleranzen aus und lassen bei schubweichen Verbindungen die unvermeidbare Längsbewegung zwischen Rahmen und Hilfsrahmen bzw. zwischen Rahmen und Aufbau zu. Zum Ausgleich der Breitenabstandsmaße können die Befestigungswinkel des Hilfsrahmens ebenfalls mit Langlöchern versehen werden, die dann quer zur Fahrzeuginnenrichtung angeordnet sein müssen.

**Bild 104:** Befestigungswinkel mit Langlöchern ESC-038



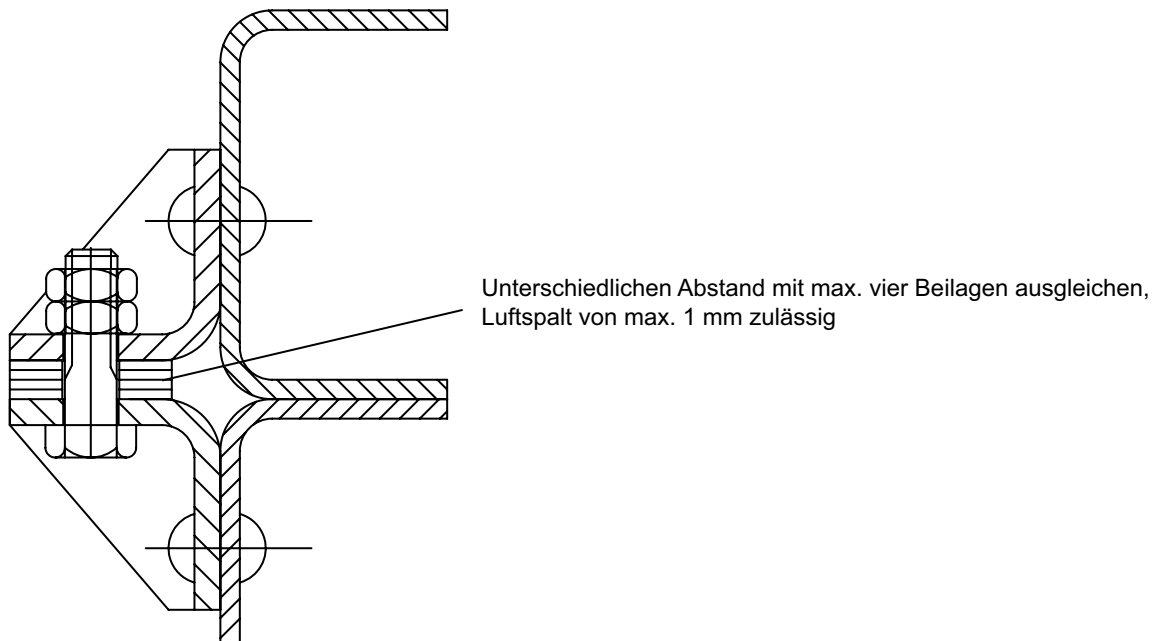
Befestigungswinkel am Rahmen



Befestigungswinkel am Hilfsrahmen

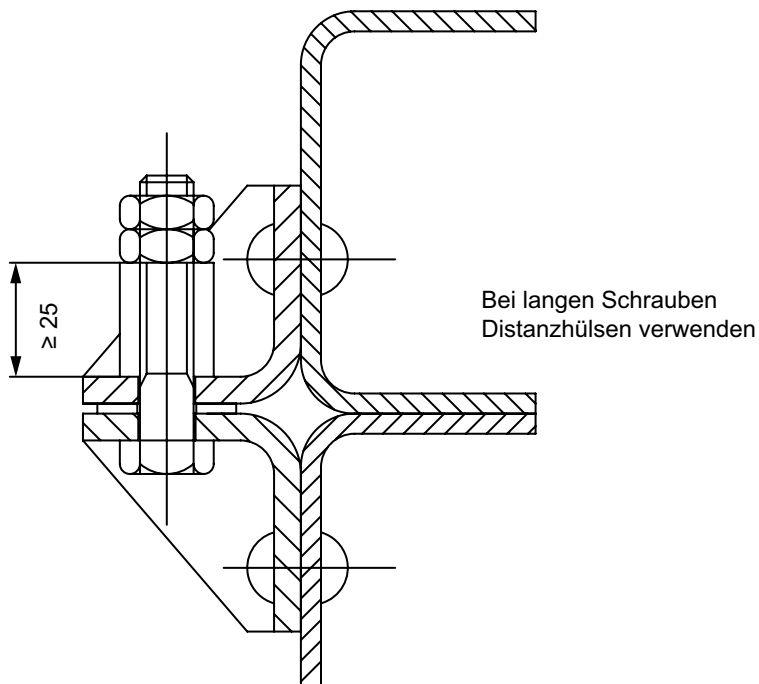
Die Befestigungswinkel auf der Rahmenseite sind bündig mit der Rahmenoberkante (Toleranz -1 mm). Der unterschiedliche Abstand zwischen den Befestigungswinkeln von Rahmen und Hilfsrahmen ist durch Einfügen von Beilagen mit entsprechender Dicke auszugleichen (siehe Bild 105). Die Beilagen müssen aus Stahl sein, wobei Qualität S235JR (= St37-2) ausreicht. Mehr als vier Beilagen an einer Befestigungsstelle sind zu vermeiden.

**Bild 105:** Beilagen zwischen Befestigungswinkeln ESC-628



Die Verschraubung des ersten Befestigungswinkels links und rechts unterliegt hoher Vertikalbeanspruchung. Zur Vergrößerung der Dehnlänge sind deshalb bei vorne schubweich angebauten Hilfsrahmen (nicht bei Dreipunkt- oder Rautenlagerung siehe Bild 112 Kapitel 5.4.2) an den vorderen Hilfsrahmenbefestigungen z.B. lange Schrauben mit Distanzhülsen ( $\geq 25$  mm Länge) zu verbauen (siehe Bild 106). Der Außendurchmesser der Distanzhülsen sollte dem Eckenmaß der Schrauben entsprechen.

**Bild 106:** Erhöhung der Dehnfähigkeit durch lange Schrauben und Distanzhülsen ESC-635



Weitere mögliche Beispiele für schubweiche Befestigungen (z.B. Bridenbefestigung) siehe Bilder 107 und 108.

**Bild 107:** Lange Schrauben und Tellerfedern ESC-101

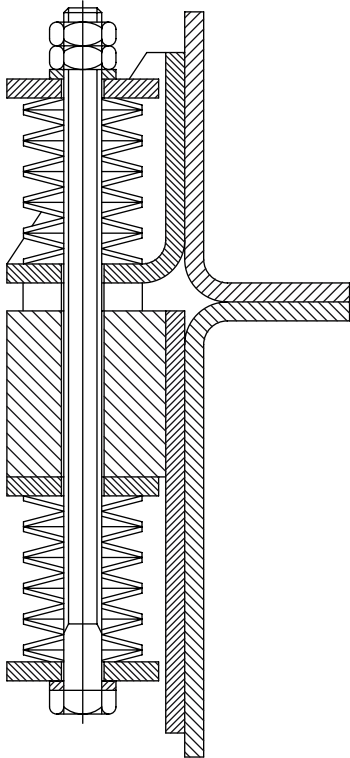
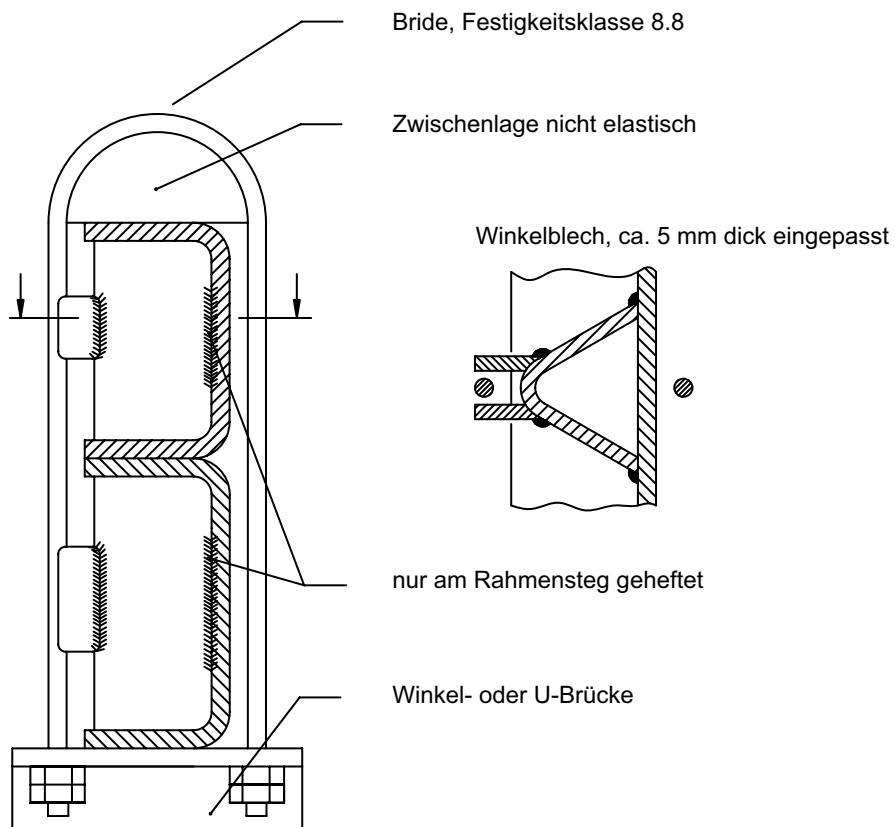


**Bild 108:** Bridenbefestigung ESC-123



### 5.3.7 Schubstarre Verbindung

Bei schubstarrten Verbindungen ist eine Relativbewegung zwischen Rahmen und Hilfsrahmen nicht mehr möglich. Der Hilfsrahmen folgt also allen Bewegungen des Rahmens. Ist die Verbindung schubstarr, dann werden Rahmen- und Hilfsrahmenprofil im Bereich der schubstarrten Verbindung rechnerisch als ein einziges Profil betrachtet. Ab Werk gelieferte Befestigungswinkel sind wie andere Verbindungen die auf Kraft/ Reibschluss wirken keine schubstarre Verbindung. Nur formschlüssige Verbindungsmittel sind schubstarr. Formschlüssige Verbindungsmittel sind Nieten oder Schrauben. Schrauben jedoch nur dann, wenn ein Lochspiel von  $\leq 0,3$  mm nach DIN 18800 eingehalten wird. Für schubstarre Verbindungen sind Schaftschrauben vorzusehen.

Die Lochwandung darf nicht mit den Schraubengewindegängen in Berührung kommen (siehe Bild 109). Die Mindestqualität ist 10.9. Aufgrund der meist geringen erforderlichen Klemmlänge können Distanzhülsen (wie in Bild 109) zur Anwendung kommen.

**Bild 109:** Berührung Schraubengewinde an Lochwandung ESC-029

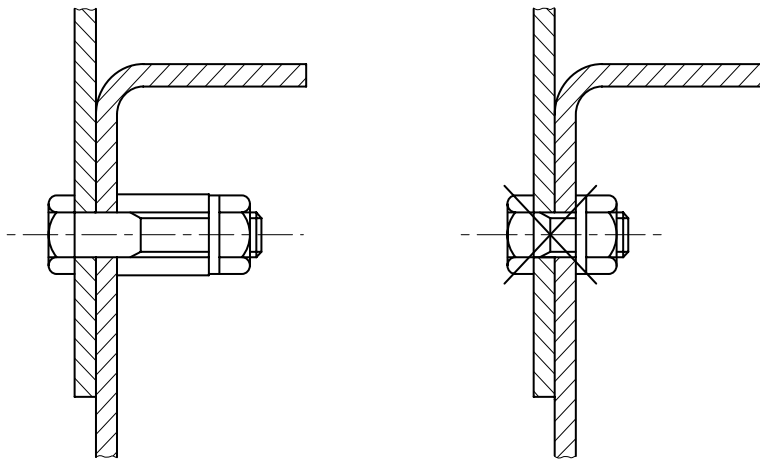


**Bild 110:** Schubblechmontage ESC-037, ESC-019

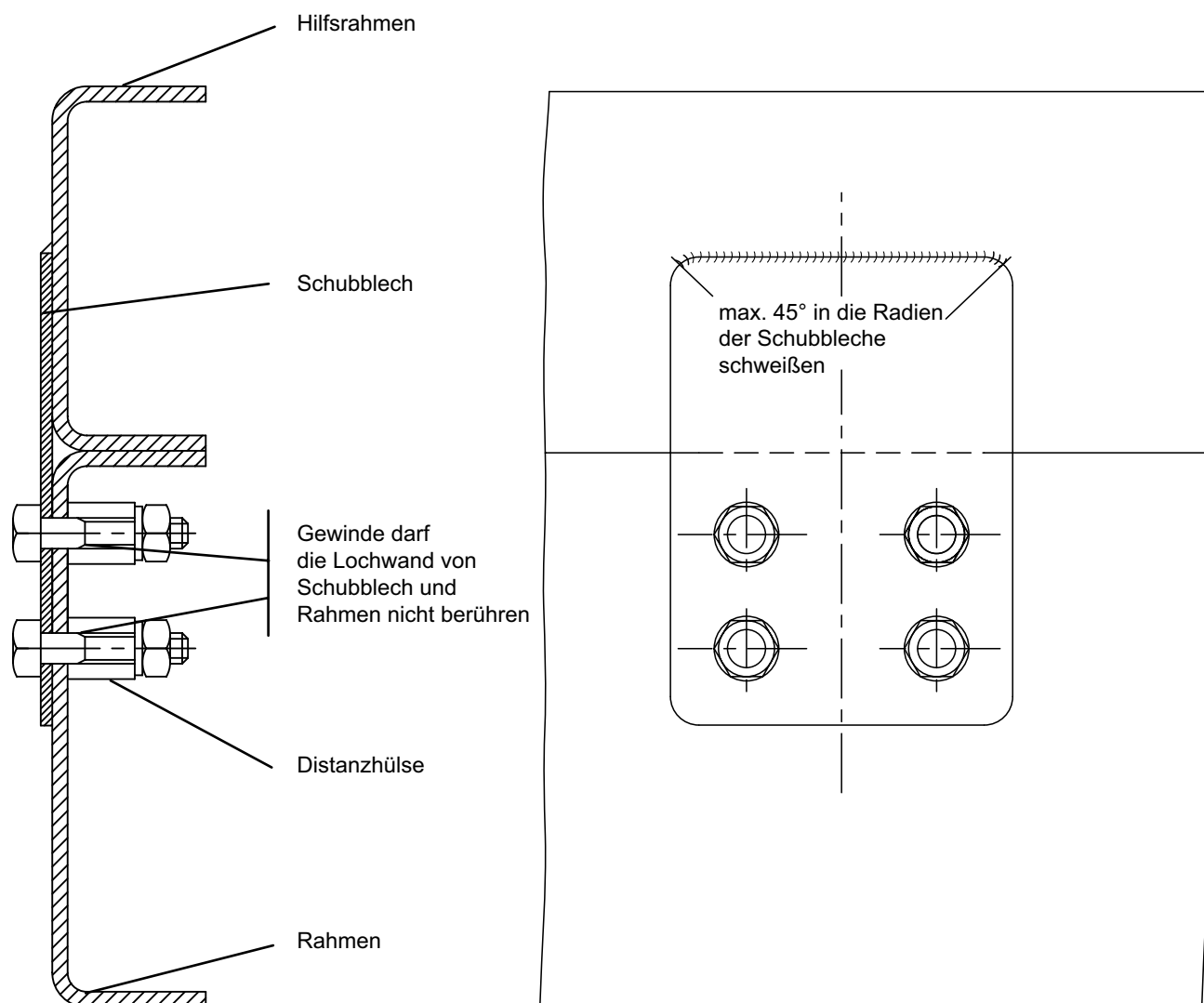
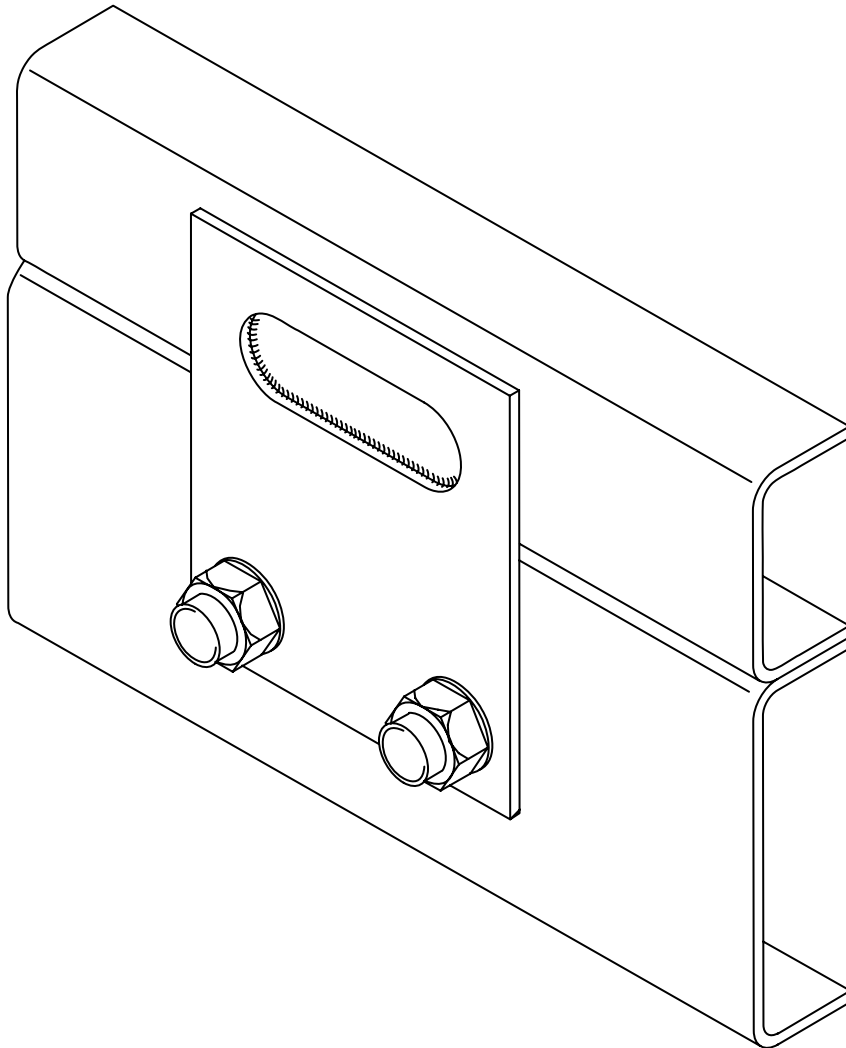


**Bild 111:** Hilfsrahmenbefestigung mit Lochschweißung ESC-025



Schubbleche können pro Rahmenseite aus einem Stück bestehen, einzelne Schubbleche sind jedoch vorzuziehen.

Die Schubblechdicke soll der Rahmenstegdicke entsprechen, eine Toleranz von +1 mm ist zulässig.

Um den Rahmen in seiner Verwindungsfähigkeit möglichst wenig zu beeinträchtigen, sind Schubbleche nur dort anzubringen, wo sie unbedingt erforderlich sind. Beginn, Ende sowie die erforderliche Länge einer schubstarren Verbindung sind rechnerisch bestimmbar. Der Berechnung entsprechend ist die Befestigung auszulegen. Für die übrigen Befestigungspunkte außerhalb des definierten schubstarren Bereichs können schubweiche Befestigungen gewählt werden.

## 5.4 Aufbauten

### 5.4.1 Aufbauprüfung

Eine Aufbauprüfung ist mit folgender schriftlicher Genehmigung durch MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) dann erforderlich, wenn von dieser Aufbaurichtlinie abgewichen wird und die Abweichung technisch notwendig sowie begründbar ist. Zur Berechnung wird eine prüffähige Aufbaudokumentation in zweifacher Ausfertigung benötigt.

Diese Dokumentation muss neben der Aufbauzeichnung enthalten:

- Kennzeichnung der Abweichungen von den Aufbaurichtlinien in allen Unterlagen!
- Lasten und deren Lastangriffspunkte:
  - Kräfte aus dem Aufbau
  - Achslastberechnung
- besondere Einsatzbedingungen:
- Hilfsrahmen:
  - Werkstoff und Querschnittswerte
  - Maße
  - Profilart
  - Querträgeranordnung im Hilfsrahmen
  - Besonderheiten der Hilfsrahmengestaltung
  - Querschnittsänderungen
  - zusätzliche Verstärkungen
  - Kröpfungen etc.
- Verbindungsmittel:
  - Positionierung (bezogen auf das Fahrgestell)
  - Art
  - Größe
  - Anzahl.

Fotos, 3D-Abbildungen, perspektivische Darstellungen können zur Verdeutlichung herangezogen werden, ersetzen jedoch nicht die vorgenannten verbindlichen Dokumente.

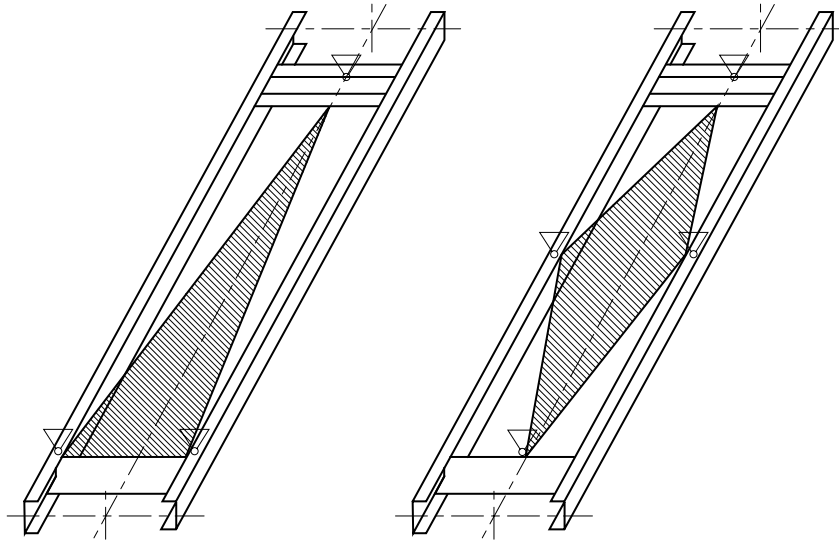
### 5.4.2 Pritschen- und Kofferaufbauten

Zur gleichmäßigen Belastung des Fahrgestells erfolgt die Aufbaubefestigung in der Regel über einen Hilfsrahmen. Schon bei der Bemessung des Aufbaus ist auf Freigängigkeit der Räder auch im abgesenkten/voll eingefederten Zustand des Fahrgestells zu achten. Zusätzlicher Platzbedarf z.B. für Gleitschutzketten, Seitenneigung des Fahrzeuges, Achsverschränkung sind zu berücksichtigen. Klappbare Bordwände dürfen auch im abgesenkten/voll eingefederten Zustand nicht auf der Fahrbahn aufstehen. Der Aufbau muss verwindungsfrei auf den Rahmenlängsträgern aufliegen. Geschlossene Aufbauten wie z.B. Koffer sind gegenüber dem Fahrgestellrahmen relativ torsionsstarr ausgeführt. Damit die gewünschte Rahmenverwindung (z.B. bei Kurvenfahrt) durch den Aufbau nicht behindert wird, soll die Aufbaubefestigung am vorderen Aufbauende verdrehweich und hinten starr erfolgen.

Dieses Prinzip gilt besonders, wenn das Fahrzeug geländegängig sein soll.

Wir empfehlen für diesen Fall die Aufbaubefestigung mit Dreipunkt- oder Rautenlagerung (Lagerungsprinzip siehe Bild 112).

**Bild 112:** Lagermöglichkeit verwindungssteifer Aufbauten gegenüber verdrehweichem Fahrgestell mit Dreipunkt- und Rautenlagerung ESC-158



### 5.4.3 Ladebordwand

#### Voraussetzungen

Vor dem Anbau einer Ladebordwand (auch Hubladebordwand, Hubladebühne, Ladebühne) ist die Verträglichkeit mit der Fahrzeugauslegung, dem Fahrgestell und dem Aufbau zu prüfen.

Die Montage einer Ladebordwand beeinflusst:

- Gewichtsverteilung
- Aufbau- und Gesamtlänge
- Rahmendurchbiegung
- Hilfsrahmendurchbiegung
- Verbindungsart Rahmen/Hilfsrahmen
- das elektrische Bordnetz (Batterie, Generator, Verkabelung).

Der Aufbauhersteller muss:

- eine Achslastberechnung erstellen.
- die vorgeschriebene Mindestvorderachslast einhalten (siehe Kapitel ‚Allgemeines‘ Abschnitt 3.2. ‚Mindestvorderachslast‘).
- eine Überlastung der Achsen vermeiden.
- falls notwendig, Aufbau- und hinteren Überhang kürzen oder den Radstand verlängern.
- die Standsicherheit prüfen.
- den Hilfsrahmen samt Verbindung zum Rahmen (schubweich, schubstarr) auslegen, siehe Abschnitt „Hilfsrahmen festlegen“ in diesem Kapitel
- Batterien mit ausreichender Kapazität 175Ah, besser 225Ah und Generator ausreichender Leistung vorsehen (mindestens 28V 80A, besser 28V 110A). Bezugsmöglichkeit besteht bereits als Sonderausstattung ab Werk.

- elektrische Schnittstelle für Ladebordwand vorsehen (als Sonderausstattung ab Werk erhältlich, Schaltpläne/Pinbelegung siehe Abschnitt elektrischer Anschluß) und den Anschluss an dieser Schnittstelle vornehmen.
- die Vorschriften beachten z. B.:
  - EG-Richtlinie-Maschinen (konsolidierte Fassung der Richtlinie 89/392/EWG: 98/37/EG)
  - Unfallverhütungsvorschrift (UVV)
  - einen Unterfahrschutz anbauen
  - genehmigte Beleuchtungseinrichtungen nach 76/756/EWG anbauen (in Deutschland sind zusätzlich nach §53b Absatz 5 StVZO für Hubladebühnen gelbe Blinkleuchten und retroreflektierende rot-weiße Warnmarkierungen bei Betrieb der Ladebordwand vorgeschrieben)

### Hilfsrahmen festlegen

Die Hilfsrahmentabellen gelten unter folgenden Voraussetzungen:

- Einhaltung der Mindestvorderachslast nach Kapitel ‚Allgemeines‘ Abschnitt 3.2
- keine konstruktive Überlastung der Hinterachse(n)
- Zusätzlich zur Ladebordwand vorkommende Stützlasten sind bei der Prüfung von Mindestvorderachslast und max. Hinterachslast dem Zugfahrzeug zuzuschlagen.
- Fahrzeuge mit liftbaren Achsen müssen die Liftachse bei Betrieb der Ladebordwand absenken.
- Einhaltung der angegebenen Überhanggrenzen hinsichtlich des max. Fahrzeugüberhangs.

Die Tabellenwerte stellen die Eckwerte dar, für die aus Festigkeits-/Durchbiegungsgründen keine Abstützungen erforderlich sind. Sie sind erst erforderlich, wenn:

- die in den Tabellen angegebenen Grenzen der Ladebordwandtragkraft überschritten werden
- die Standsicherheit Abstützungen erforderlich macht.

Werden Abstützungen- obwohl nicht erforderlich - angebaut, hat dies keinen Einfluss auf die Größe des verlangten Hilfsrahmens. Das Anheben des Fahrzeuges mit den Abstützungen ist nicht zulässig, weil daraus Rahmenschäden entstehen.

Die Tabellen sind nach Tonnageklasse, Variantenbeschreibung, Federungsart und Radstand aufsteigend sortiert, wobei die Variantenbeschreibungen (z.B. TGS 18.xxx 4x2 BB, TGX 26.xxx 6x2-2 BL) als Orientierungshilfe zu sehen sind, verbindlich sind die 3-stelligen Typnummern auch Typschlüsselnummern genannt (Erklärung siehe Kapitel ‚Allgemeines‘), die sich in der Grundfahrzeugnummer an 2.-4. Stelle und in der Fahrzeugidentifizierungsnummer an 4. - 6. Stelle wieder finden. Sämtliche sonstige technische Unterlagen, z.B. Fahrgestellzeichnungen, Aufbau Richtlinien beziehen sich auf die Typnummer.

Beim Überhang ist - immer bezogen auf Radmitte letzter Achse - sowohl der Rahmenüberhang des serienmäßigen Fahrgestells als auch der gesamte maximale Fahrzeugüberhang angegeben (einschließlich Aufbau und Ladebordwand, siehe Bild 116) der nach Montage der Ladebordwand nicht überschritten werden darf. Reicht der vorgegebene maximale Fahrzeugüberhang nicht aus, gelten die Hilfsrahmendaten der Folgezeilen bei dem die  $\leq$  - Bedingung erfüllt ist (außer Beginn der schubstarren Verbindung, die sich nur auf den Radstand bezieht).

Die Hilfsrahmen in den Tabellen sind Beispiele, so ist z.B. **U120/60/6** ein zur Innenseite offenes **U**-Profil der Außenhöhe **120** mm, oben und unten **60** mm breit und im ganzen Querschnitt **6** mm dick.

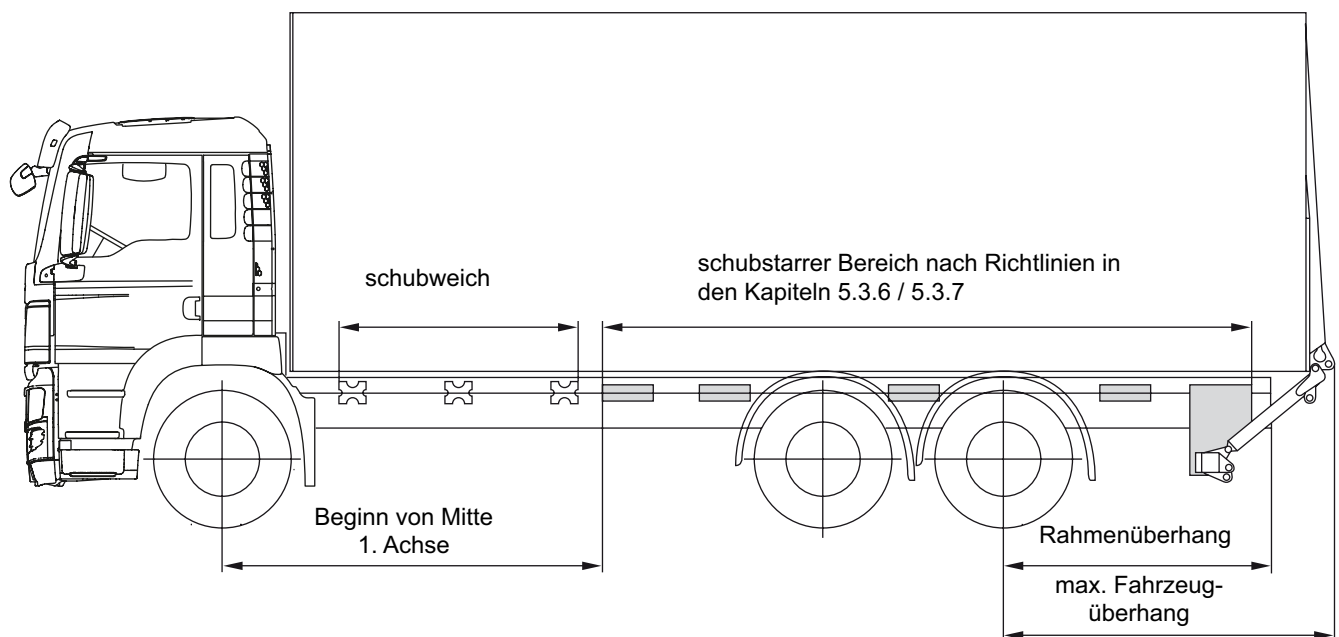
Andere Stahlprofile sind zulässig, wenn sie mindestens gleiche Werte hinsichtlich des Flächenträgheitsmoments  $I_x$ , der Widerstandsmomente  $W_{x1}$ ,  $W_{x2}$  und der Streckgrenze  $\sigma_{0,2}$  haben.

**Tabelle 29:** Technische Daten Hilfsrahmenprofile

| Profil    | Höhe   | Breite | Dicke | $I_x$               | $W_{x1}, W_{x2}$    | $\sigma_{0,2}$        | $\sigma_B$            | Masse     |
|-----------|--------|--------|-------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
| U100/50/5 | 100 mm | 50 mm  | 5 mm  | 136 cm <sup>4</sup> | 27 cm <sup>3</sup>  | 355 N/mm <sup>2</sup> | 520 N/mm <sup>2</sup> | 7,2 kg/m  |
| U100/60/6 | 100 mm | 60 mm  | 6 mm  | 182 cm <sup>4</sup> | 36 cm <sup>3</sup>  | 355 N/mm <sup>2</sup> | 520 N/mm <sup>2</sup> | 9,4 kg/m  |
| U120/60/6 | 120 mm | 60 mm  | 6 mm  | 281 cm <sup>4</sup> | 47 cm <sup>3</sup>  | 355 N/mm <sup>2</sup> | 520 N/mm <sup>2</sup> | 10,4 kg/m |
| U140/60/6 | 140 mm | 60 mm  | 6 mm  | 406 cm <sup>4</sup> | 58 cm <sup>3</sup>  | 355 N/mm <sup>2</sup> | 520 N/mm <sup>2</sup> | 11,3 kg/m |
| U160/60/6 | 160 mm | 60 mm  | 6 mm  | 561 cm <sup>4</sup> | 70 cm <sup>3</sup>  | 355 N/mm <sup>2</sup> | 520 N/mm <sup>2</sup> | 12,3 kg/m |
| U160/70/7 | 160 mm | 70 mm  | 7 mm  | 716 cm <sup>4</sup> | 90 cm <sup>3</sup>  | 355 N/mm <sup>2</sup> | 520 N/mm <sup>2</sup> | 15,3 kg/m |
| U180/70/7 | 180 mm | 70 mm  | 7 mm  | 951 cm <sup>4</sup> | 106 cm <sup>3</sup> | 355 N/mm <sup>2</sup> | 520 N/mm <sup>2</sup> | 16,3 kg/m |

Falls ausreichend, ist der schubweiche Aufbau des Hilfsrahmens mit dem Kennzeichen **w** angegeben, beim teilweise schubstarren Aufbau (Kennzeichen **s**) sind die Anzahl der Schraubverbindungen, die Schweißnahtlänge - jeweils pro Rahmenseite - und der Beginn der schubstarren Verbindung von Mitte 1. Achse angegeben (siehe Bild 113). Hinsichtlich der schubstarren bzw. teilweise schubstarren Verbindung gelten die Bedingungen des Kapitels 5.3.7 „Aufbauten“. Zur Befestigung der Ladebordwandanbauplatten sind zusätzlich zu den in Tabelle angegebenen Verbindungsmitteln die Montage-Richtlinie des Ladebordwandherstellers zu beachten.

**Bild 113:** Ladebordwandanbau: Überhangmaße, Maße bei teilweise schubstarrer Verbindung ESC-433



**Tabellen 30:** Hilfsrahmen und Montageart

**TGS/TGX 18.xxx**

Verbindungsart: **w** = schubweich **s** = schubstarr

| 03S TGS/TGX 18.xxx 4x2 BB (Blatt - Blatt)                                               |                        |                        |              |                               |                 |                         |                   |                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|--------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Rad-stand                                                                               | Serien-Rahmen-überhang | max. Fahrzeug-überhang | LBW Nutzlast | Min. Hilfsrahmen              | Verbind-ungsart | je Rahmenseite ≥        |                   | Beginn von Mitte 1. Achse ≤ |
|                                                                                         |                        |                        |              |                               |                 | Schrauben Bohr. Ø16+0,2 | Schweiß-nahtlänge |                             |
| ≤ 4.800                                                                                 |                        | ≤ 2.800                | ≤ 30,0       | kein Hilfsrahmen erforderlich |                 |                         |                   |                             |
| 5.100                                                                                   | 2.900                  | ≤ 3.000                | ≤ 20,0       | kein Hilfsrahmen erforderlich |                 |                         |                   |                             |
|                                                                                         |                        |                        | 30,0         | U 160/60/6                    | w               |                         |                   |                             |
|                                                                                         |                        |                        |              | U 100/50/5                    | s               | 16                      | 750               | 2.950                       |
| 5.500                                                                                   | 3.200                  | ≤ 3.300                | ≤ 15,0       | kein Hilfsrahmen erforderlich |                 |                         |                   |                             |
|                                                                                         |                        |                        | 20,0         | U 120/60/6                    | w               |                         |                   |                             |
|                                                                                         |                        |                        |              | U 100/50/5                    | s               | 12                      | 600               | 3.200                       |
|                                                                                         |                        |                        | 30,0         | U 100/50/5                    | s               | 16                      | 800               | 3.200                       |
| 5.900                                                                                   | 3.400                  | ≤ 3.500                | ≤ 10,0       | kein Hilfsrahmen erforderlich |                 |                         |                   |                             |
|                                                                                         |                        |                        | 15,0         | U 100/50/5                    | w               |                         |                   |                             |
|                                                                                         |                        |                        | 20,0         | U 180/70/7                    | w               |                         |                   |                             |
|                                                                                         |                        |                        |              | U 100/50/5                    | s               | 14                      | 650               | 3.400                       |
|                                                                                         |                        |                        | 30,0         | U 100/50/5                    | s               | 18                      | 850               | 3.400                       |
| 6.300                                                                                   | 3.700                  | ≤ 3.750                | ≤ 10,0       | kein Hilfsrahmen erforderlich |                 |                         |                   |                             |
|                                                                                         |                        |                        | 15,0         | U 160/70/7                    | w               |                         |                   |                             |
|                                                                                         |                        |                        |              | U 100/50/5                    | s               | 12                      | 550               | 3.650                       |
|                                                                                         |                        |                        | 20,0         | U 100/50/5                    | s               | 14                      | 650               | 3.650                       |
|                                                                                         |                        |                        | 30,0         | U 120/60/6                    | s               | 20                      | 800               | 3.650                       |
| 6.700                                                                                   | 3.400                  | ≤ 4.000                | ≤ 7,5        | U 100/50/5                    | s               | 10                      | 450               | 3.850                       |
|                                                                                         |                        |                        | 10,0         | U 100/50/5                    | s               | 12                      | 550               | 3.850                       |
| Achtung: Ges.länge >12 Meter                                                            |                        |                        | 15,0         | U 100/50/5                    | s               | 14                      | 650               | 3.850                       |
|                                                                                         |                        |                        | 20,0         | U 100/50/5                    | s               | 16                      | 750               | 3.850                       |
|                                                                                         |                        |                        | 30,0         | U 140/60/6                    | s               | 24                      | 950               | 3.850                       |
| 05X 08S 13S 13X Sattelzugmaschinen - kein Umbau zu Bauart Lkw mit Ladebordwand zulässig |                        |                        |              |                               |                 |                         |                   |                             |

Maße in mm, Lasten in kN

**TGS/TGX 18.xxx**

 Verbindungsart: **w** = schubweich **s** = schubstarr

| 06S 06X 10S 10X 15S 15X      |                        |                        | TGS/TGX 18.xxx 4x2 BL / LL / LL-U (Blatt - Luft / Luft-Luft / Luft-Luft mit niedriger Bauart) |                               |                 |                         |                   |                             |  |
|------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------|--|
| Rad-stand                    | Serien-Rahmen-überhang | max. Fahrzeug-überhang | LBW Nutzlast                                                                                  | Min. Hilfsrahmen              | Verbind-ungsart | je Rahmenseite ≥        |                   | Beginn von Mitte 1. Achse ≤ |  |
|                              |                        |                        |                                                                                               |                               |                 | Schrauben Bohr. Ø16+0,2 | Schweiß-nahtlänge |                             |  |
| ≤ 4.200                      |                        | ≤ 2.350                | ≤ 30,0                                                                                        | kein Hilfsrahmen erforderlich |                 |                         |                   |                             |  |
| 4.500                        | 2.350                  | ≤ 2.600                | ≤ 20,0                                                                                        | kein Hilfsrahmen erforderlich |                 |                         |                   |                             |  |
|                              |                        |                        | 30,0                                                                                          | U 120/60/6                    | w               |                         |                   |                             |  |
|                              |                        |                        |                                                                                               | U 100/50/5                    | s               | 16                      | 700               | 2.600                       |  |
| 4.800                        | 2.500                  | ≤ 2.800                | ≤ 20,0                                                                                        | kein Hilfsrahmen erforderlich |                 |                         |                   |                             |  |
|                              |                        |                        | 30,0                                                                                          | U 180/70/7                    | w               |                         |                   |                             |  |
|                              |                        |                        |                                                                                               | U 100/50/5                    | s               | 16                      | 750               | 2.750                       |  |
| 5.100                        | 2.900                  | ≤ 3.000                | ≤ 15,0                                                                                        | kein Hilfsrahmen erforderlich |                 |                         |                   |                             |  |
|                              |                        |                        | 20,0                                                                                          | U 120/60/6                    | w               |                         |                   |                             |  |
|                              |                        |                        |                                                                                               | U 100/50/5                    | s               | 12                      | 550               | 2.950                       |  |
|                              |                        |                        | 30,0                                                                                          | U 100/50/5                    | s               | 16                      | 750               | 2.950                       |  |
| 5.300                        | 2.900<br>15S 15X       | ≤ 3.000                | ≤ 10,0                                                                                        | kein Hilfsrahmen erforderlich |                 |                         |                   |                             |  |
| 15,0                         |                        |                        | U 100/50/5                                                                                    | w                             |                 |                         |                   |                             |  |
| 20,0                         |                        |                        | U 180/70/7                                                                                    | w                             |                 |                         |                   |                             |  |
|                              |                        |                        | U 100/50/5                                                                                    | s                             | 14              | 550                     | 3.050             |                             |  |
| 30,0                         |                        |                        | U 100/50/5                                                                                    | s                             | 18              | 800                     | 3.050             |                             |  |
| 5.500                        | 3.200                  | ≤ 3.200                | ≤ 10,0                                                                                        | kein Hilfsrahmen erforderlich |                 |                         |                   |                             |  |
|                              |                        |                        | 15,0                                                                                          | U 160/60/6                    | w               |                         |                   |                             |  |
|                              |                        |                        |                                                                                               | U 100/50/5                    | s               | 12                      | 600               | 3.200                       |  |
|                              |                        |                        | 20,0                                                                                          | U 100/50/5                    | s               | 14                      | 700               | 3.200                       |  |
|                              |                        |                        | 30,0                                                                                          | U 120/60/6                    | s               | 20                      | 800               | 3.200                       |  |
| 5.900                        | 3.400                  | ≤ 3.500                | ≤ 7,5                                                                                         | kein Hilfsrahmen erforderlich |                 |                         |                   |                             |  |
|                              |                        |                        | 10,0                                                                                          | U 120/60/6                    | w               |                         |                   |                             |  |
|                              |                        |                        |                                                                                               | U 100/50/5                    | s               | 10                      | 450               | 3.400                       |  |
|                              |                        |                        | 15,0                                                                                          | U 180/70/7                    | w               |                         |                   |                             |  |
|                              |                        |                        |                                                                                               | U 100/50/5                    | s               | 12                      | 550               | 3.400                       |  |
|                              |                        |                        | 20,0                                                                                          | U 100/50/5                    | s               | 14                      | 650               | 3.400                       |  |
|                              |                        |                        | 30,0                                                                                          | U 120/60/6                    | s               | 20                      | 750               | 3.400                       |  |
| 6.300                        | 3.700                  | ≤ 3.750                | ≤ 7,5                                                                                         | U 120/60/6                    | w               |                         |                   |                             |  |
|                              |                        |                        |                                                                                               | U 100/50/5                    | s               | 10                      | 400               | 3.650                       |  |
|                              |                        |                        | 10,0                                                                                          | U 160/70/7                    | w               |                         |                   |                             |  |
|                              |                        |                        |                                                                                               | U 100/50/5                    | s               | 10                      | 450               | 3.650                       |  |
|                              |                        |                        | 15,0                                                                                          | U 100/50/5                    | s               | 12                      | 550               | 3.650                       |  |
|                              |                        |                        | 20,0                                                                                          | U 100/50/5                    | s               | 14                      | 650               | 3.650                       |  |
|                              |                        |                        | 30,0                                                                                          | U 140/60/6                    | s               | 20                      | 800               | 3.650                       |  |
| 6.700                        | 3.400                  | ≤ 4.000                | ≤ 10,0                                                                                        | U 100/50/5                    | s               | 12                      | 550               | 3.850                       |  |
|                              |                        |                        | 15,0                                                                                          | U 120/60/6                    | s               | 16                      | 600               | 3.850                       |  |
| Achtung: Ges.länge >12 Meter |                        |                        | 20,0                                                                                          | U 120/60/6                    | s               | 18                      | 700               | 3.850                       |  |
|                              |                        |                        | 30,0                                                                                          | U 160/70/7                    | s               | 24                      | 800               | 3.850                       |  |

**TGS/TGX 24.xxx 6x2-2**

 Verbindungsart: **w** = schubweich **s** = schubstarr

| 45S 45X TGS/TGX 24.xxx 6x2-2 LL-U (Luft-Luft mit niedriger Bauart) |                        |                        |              |                               |                |                         |                   |                             |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|--------------|-------------------------------|----------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Rad-stand                                                          | Serien-Rahmen-überhang | max. Fahrzeug-überhang | LBW Nutzlast | Min. Hilfsrahmen              | Verbindungsart | je Rahmenseite ≥        |                   | Beginn von Mitte 1. Achse ≤ |
|                                                                    |                        |                        |              |                               |                | Schrauben Bohr. Ø16+0,2 | Schweiß-nahtlänge |                             |
| 4.500                                                              | 2.050                  | ≤ 2.450                | ≤ 7,5        | kein Hilfsrahmen erforderlich |                |                         |                   |                             |
| + 1.350                                                            |                        |                        | 10,0         | U 140/60/6                    | w              |                         |                   |                             |
|                                                                    |                        |                        |              | U 100/50/5                    | s              | 10                      | 600               | 3.400                       |
|                                                                    |                        |                        | 15,0         | U 180/70/7                    | w              |                         |                   |                             |
|                                                                    |                        |                        |              | U 100/50/5                    | s              | 12                      | 700               | 3.400                       |
|                                                                    |                        |                        | 20,0         | U 100/50/5                    | s              | 14                      | 800               | 3.400                       |
|                                                                    |                        |                        | 30,0         | U 120/60/5                    | s              | 20                      | 900               | 3.400                       |
| 4.800                                                              | 2.150                  | ≤ 2.650                | ≤ 7,5        | U 160/60/6                    | w              |                         |                   |                             |
| + 1.350                                                            |                        |                        |              | U 100/50/5                    | s              | 10                      | 550               | 3.550                       |
|                                                                    |                        |                        | 10,0         | U 180/70/7                    | w              |                         |                   |                             |
|                                                                    |                        |                        |              | U 100/50/5                    | s              | 12                      | 600               | 3.550                       |
|                                                                    |                        |                        | 15,0         | U 100/50/5                    | s              | 14                      | 750               | 3.550                       |
|                                                                    |                        |                        | 20,0         | U 100/50/5                    | s              | 16                      | 850               | 3.550                       |
|                                                                    |                        |                        | 30,0         | U 140/60/6                    | s              | 22                      | 1.000             | 3.550                       |

Maße in mm, Lasten in kN

**TGS/TGX 26.xxx 6x2**

 Verbindungsart: **w** = schubweich **s** = schubstarr

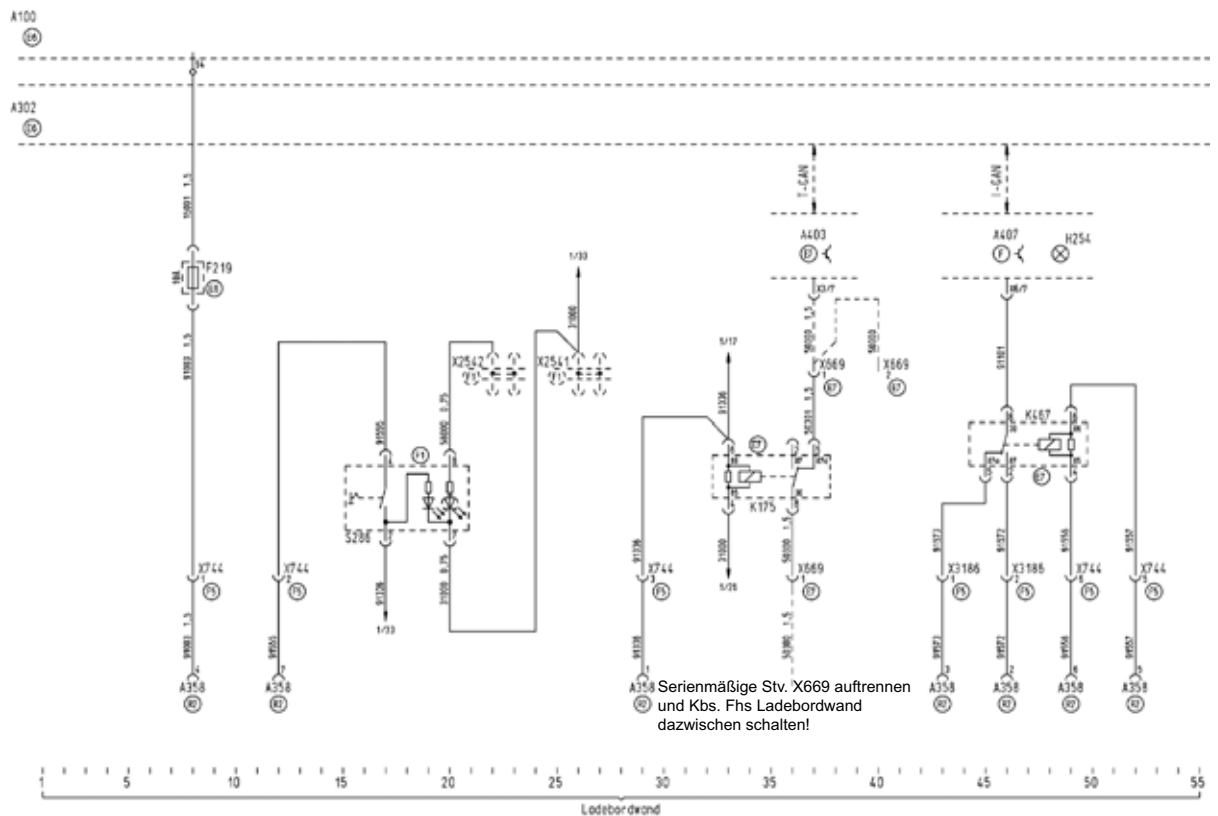
| 18S 18X 21S 21X              |                        | TGS/TGX 26.xxx 6x2-2, 6x2-4 BL / LL (Blatt - Luft / Luft-Luft) |              |                               |                 |                         |                   |                             |
|------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Rad-stand                    | Serien-Rahmen-überhang | max. Fahrzeug-überhang                                         | LBW Nutzlast | Min. Hilfsrahmen              | Verbind-ungsart | je Rahmenseite ≥        |                   | Beginn von Mitte 1. Achse ≤ |
|                              |                        |                                                                |              |                               |                 | Schrauben Bohr. Ø16+0,2 | Schweiß-nahtlänge |                             |
| 3.900                        | 1.950                  | ≤ 1.950                                                        | ≤ 20,0       | kein Hilfsrahmen erforderlich |                 |                         |                   |                             |
| + 1.350                      |                        |                                                                | 30,0         | U 120/60/6                    | w               |                         |                   |                             |
|                              |                        |                                                                |              | U 100/50/5                    | s               | 14                      | 750               | 3.050                       |
| 4.200                        | 2.150                  | ≤ 2.200                                                        | ≤ 20,0       | kein Hilfsrahmen erforderlich |                 |                         |                   |                             |
| + 1.350                      |                        |                                                                | 30,0         | U 180/70/7                    | w               |                         |                   |                             |
|                              |                        |                                                                |              | U 100/50/5                    | s               | 14                      | 800               | 3.200                       |
| 4.500                        | 2.400                  | ≤ 2.450                                                        | ≤ 10,0       | kein Hilfsrahmen erforderlich |                 |                         |                   |                             |
| + 1.350                      |                        |                                                                | 15,0         | U 120/60/6                    | w               |                         |                   |                             |
|                              |                        |                                                                |              | U 100/50/5                    | s               | 12                      | 600               | 3.400                       |
|                              |                        |                                                                | 20,0         | U 180/70/7                    | w               |                         |                   |                             |
|                              |                        |                                                                |              | U 100/50/5                    | s               | 14                      | 700               | 3.400                       |
|                              |                        |                                                                | 30,0         | U 100/50/5                    | s               | 16                      | 850               | 3.400                       |
| 4.800                        | 2.600                  | ≤ 2.650                                                        | ≤ 7,5        | kein Hilfsrahmen erforderlich |                 |                         |                   |                             |
| + 1.350                      |                        |                                                                | 10,0         | U 120/60/6                    | w               |                         |                   |                             |
|                              |                        |                                                                |              | U 100/50/5                    | s               | 10                      | 550               | 3.550                       |
|                              |                        |                                                                | 15,0         | U 180/70/7                    | w               |                         |                   |                             |
|                              |                        |                                                                |              | U 100/50/5                    | s               | 12                      | 650               | 3.550                       |
|                              |                        |                                                                | 20,0         | U 100/50/5                    | s               | 14                      | 700               | 3.550                       |
|                              |                        |                                                                | 30,0         | U 120/60/6                    | s               | 18                      | 850               | 3.550                       |
| 5.100                        | 2.800                  | ≤ 2.900                                                        | ≤ 7,5        | U 160/60/6                    | w               |                         |                   |                             |
| + 1.350                      |                        |                                                                |              | U 100/50/5                    | s               | 10                      | 500               | 3.700                       |
|                              |                        |                                                                | 10,0         | U 180/70/7                    | w               |                         |                   |                             |
|                              |                        |                                                                |              | U 100/50/5                    | s               | 10                      | 550               | 3.700                       |
|                              |                        |                                                                | 15,0         | U 100/50/5                    | s               | 12                      | 650               | 3.700                       |
|                              |                        |                                                                | 20,0         | U 100/50/5                    | s               | 14                      | 750               | 3.700                       |
|                              |                        |                                                                | 30,0         | U 120/60/6                    | s               | 20                      | 850               | 3.700                       |
| 5.500                        | 3.100                  | ≤ 3.200                                                        | ≤ 7,5        | U 100/50/5                    | s               | 10                      | 550               | 3.950                       |
| + 1.350                      |                        |                                                                | 10,0         | U 100/50/5                    | s               | 12                      | 650               | 3.950                       |
|                              |                        |                                                                | 15,0         | U 100/50/5                    | s               | 14                      | 700               | 3.950                       |
|                              |                        |                                                                | 20,0         | U 120/60/6                    | s               | 16                      | 750               | 3.950                       |
|                              |                        |                                                                | 30,0         | U 160/60/6                    | s               | 22                      | 950               | 3.950                       |
|                              |                        |                                                                |              |                               |                 |                         |                   |                             |
| 5.900                        | 2.900                  | ≤ 3.500                                                        | ≤ 7,5        | U 100/50/5                    | s               | 12                      | 650               | 4.200                       |
| + 1.350                      |                        |                                                                | 10,0         | U 120/60/6                    | s               | 14                      | 650               | 4.200                       |
| Achtung: Ges.länge >12 Meter |                        |                                                                | 15,0         | U 140/60/6                    | s               | 18                      | 750               | 4.200                       |
|                              |                        |                                                                | 20,0         | U 160/60/6                    | s               | 20                      | 850               | 4.200                       |
|                              |                        |                                                                | 30,0         | U 180/70/7                    | s               | 26                      | 950               | 4.200                       |

Maße in mm, Lasten in kN

## Elektrischer Anschluss

Elektrohydraulische Ladebordwände erfordern eine gewissenhafte Auslegung der elektrischen Versorgung. Die Anwendung der Hinweise im Kapitel ‚Elektrik, Elektronik, Leitungen‘ der Aufbau- und Montageanleitung werden vorausgesetzt. Die elektrische Schnittstelle für Ladebordwand ist idealerweise ab Werk vorzusehen (umfasst Schalter, Kontrollleuchte, Anlassersperre und Stromversorgung für Ladebordwand). Eine Nachrüstung ist aufwendig und bedingt einen Eingriff in das Fahrzeugbordnetz, der nur von entsprechend geschulten Mitarbeitern der MAN-Servicestellen durchgeführt werden soll. Die werkseitig eingebaute Transportsicherung ist zu entfernen. Der Aufbauhersteller hat die Verschaltung der Ladebordwand auf deren Eignung für MAN-Fahrzeuge zu prüfen. Die Ansteuerung der Schnittstelle A358 darf im Normalbetrieb nur mit 24V Dauersignalen – nicht mit Blinkimpulsen – erfolgen. Im Störfall darf das Relais K467 kurzfristig mit einem getakteten Signal beaufschlagt werden. Anschluss an die Schnittstelle Elektrik für Hubladebordwand, siehe nachfolgender Zusatzschaltplan.

**Bild 114:** Zusatzschaltplan Ladebordwand für TG MAN-Nr. 81.99192.1920



### Legende

- A100 255 Zentralelektrik
- A302 352 Zentralrechner 2
- A358 Steuergerät Ladebordwand
- A403 339 Fahrzeugführungsrechner
- A407 342 Instrumentierung
- F219 118 Sicherung Ladebordwand (KI. 15)
- H254 Kontrollleuchte Ladebordwand
- K175 281 Relais Startsperr
- K467 281 Relais Ladebordwand
- S286 547 Schalter Ladebordwand
- X669 Stv. Anlassersperre
- X744 Stv. Ladebordwand
- X2541 246 Potentialverteiler 21-pol. Ltg.31000
- X2542 246 Potentialverteiler 21-pol. Ltg.58000
- X3186 Stv. Ladebordwand

Leitungen 91003, 91336, 91555, 91556, 91557, 91572 und 91573 führen zu 7-poligem Buchsengehäuse ans Rahmenende (eingerollt).

#### 5.4.4 Wechselbehälter

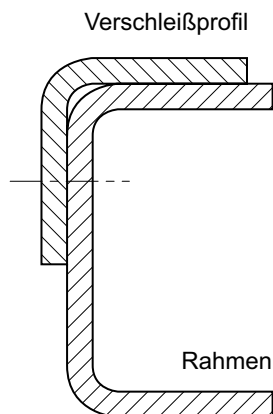
MAN-Wechselbrückentraggestell: Im TGS/TGX Programm sind vollluftgefederte Fahrzeuge vorhanden, die ab Werk mit einem Traggestell für Wechselbehälter geliefert werden können. Anschlussmaße und Zentriereinrichtungen entsprechen EN 284. CAD-Zeichnungen der MAN Wechselbrückentraggestelle sind in MANTED® in einem eigenen Modul abrufbar. Container und Wechselbrücken, die den Anforderungen der EN 284 entsprechen, sind auf o.g. Fahrzeuge aufsetzbar. Die uneingeschränkte Verwendung der serienmäßigen Aufnahmen ist jedoch nicht möglich, wenn andere Aufbauten zur Anwendung kommen. Versetzte Auflagepunkte oder andere Abmessungen sind nur dann zulässig, wenn dies von MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) genehmigt wurde. Die Mittelauflagen nicht entfernen, sie sind unbedingt zu benutzen! Der Aufbau muss auf deren ganzer Länge aufliegen. Ist dies aus konstruktiven Gründen nicht möglich, dann ist ein ausreichend dimensionierter Hilfsrahmen vorzusehen. Aufnahmen für Wechselbehälter sind nicht zur Aufnahme von Kräften geeignet, die durch Arbeitsmaschinen und Punktlasten entstehen. So müssen z.B. für den Aufbau von Betonmischern, Kippern, Sattelhilfsrahmen mit Sattelkupplungen usw. andere Befestigungen und Aufnahmen verwendet werden.

Die Eignung für diesen Zweck ist durch den Aufbauhersteller nachzuweisen.

Andere Wechseleinrichtungen: Wechselbehälter sollen auf ganzer Rahmenlänge auf der Rahmenoberseite aufliegen. Auf einen Hilfsrahmen kann dann verzichtet werden, wenn die Forderungen im nächsten Abschnitt 5.4.5 selbsttragende Aufbauten ohne Hilfsrahmen eingehalten werden.

Die Rahmenlängsträger sind jedoch vor Verschleiß zu schützen (z.B. mit Verschleißprofil nach Bild 115). Die Verwendung von Werkstoffen mit einer Streckgrenze  $\sigma_{0,2} \leq 350 \text{ N/mm}^2$  ist als Verschleißprofil möglich, nicht jedoch als Hilfsrahmen. Ein Verschleißprofil kann die Funktion eines Hilfsrahmens nur dann übernehmen, wenn die Eignung rechnerisch nachgewiesen wird.

**Bild 115:** Verschleißprofil bei Wechselbehälter ESC-121



### 5.4.5 Selbsttragende Aufbauten ohne Hilfsrahmen

Ein Hilfsrahmen ist eventuell nicht erforderlich, wenn:

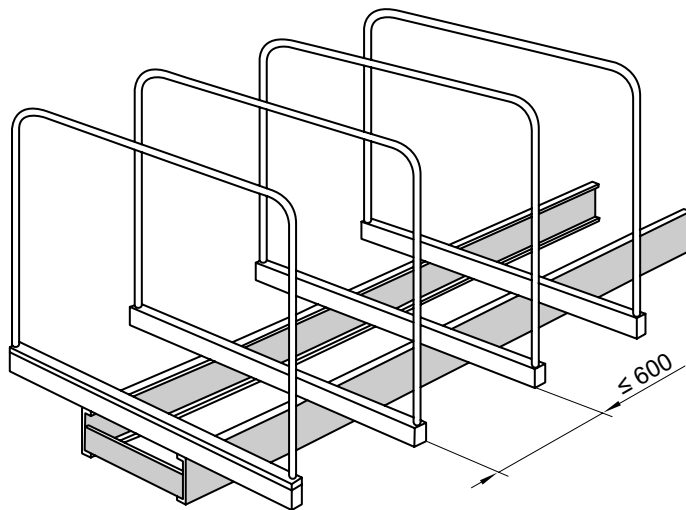
- ein ausreichendes Widerstandsmoment (beeinflusst die Biegespannung) und
- ein ausreichendes Flächenträgheitsmoment (beeinflusst die Durchbiegung und)
- ein selbsttragender Aufbau

gegeben ist.

Voraussetzung ist für Fahrzeuge die nach dieser Richtlinie einen Hilfsrahmen brauchen, eine schriftliche Genehmigung durch MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“).

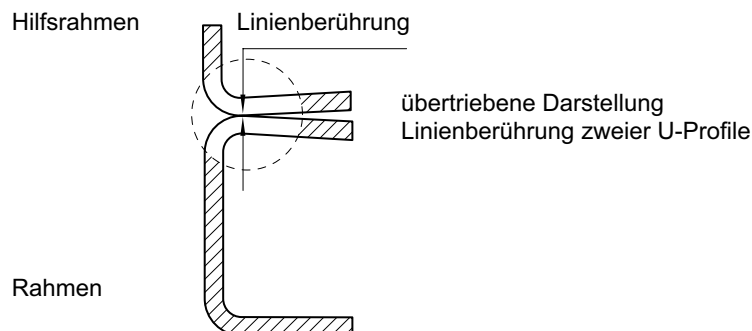
Hinweise zum hilfrahmenlosen Aufbau: Die Querträgerabstände des Aufbaus dürfen nicht mehr als 600 mm betragen (siehe Bild 116). Im Bereich der Hinterachsen ist eine Überschreitung des Maßes von 600 mm zulässig.

**Bild 116:** Querswellerabstand bei Entfall Hilfsrahmen ESC-001



Die rahmenseitigen Auflagen des Aufbaus müssen die aufgrund der „Hertz’schen Flächenpressung“ ermittelbaren Mindestlängen aufweisen. Dabei ist von der „Linienberührung zweier Zylinder“ auszugehen und nicht von der „Linienberührung Zylinder auf Ebene“. Bild 117 stellt eine übertriebene dargestellte Verformung von zwei aufeinander liegenden U-Profilen dar. Ein Berechnungsbeispiel ist im Kapitel 9 ‚Berechnungen‘ zu finden.

**Bild 117:** Verformung zweier U-Profile ESC-120



Schwingungsprobleme sind bei Aufbauten ohne Hilfsrahmen nicht auszuschließen. MAN macht keine Aussagen über das Schwingungsverhalten von Fahrzeugen mit hilfsrahmenlosen Aufbauten, da das Schwingungsverhalten vom Aufbau abhängt. Treten unzulässige Schwingungen auf, ist deren Ursache zu beseitigen, weshalb die nachträgliche Montage eines Hilfsrahmens trotzdem erforderlich werden kann. Auch bei hilfsrahmenloser Bauweise muss die Zugänglichkeit zu den Einfüllstutzen für Kraftstoff und weiteren Betriebsstoffen (z.B. AdBlue®) ebenso gegeben sein wie die Zugänglichkeit zu allen weiteren Rahmenanbauteilen (z.B. Reserveradaufzug, Batteriekasten). Die Freigängigkeit beweglicher Teile gegenüber dem Aufbau darf nicht beeinträchtigt sein.

#### 5.4.6 Drehschemelaufbau

Der mit einer Sattelkupplung vergleichbare Drehschemelaufbau benötigt immer einen Hilfsrahmen. Eine Positionierung des Drehpunktes für den Schemelaufbau hinter der theoretischen Hinterachsmittle muss hinsichtlich der Achslastverteilung und des Fahrverhaltens überprüft werden. Für diesen Fall ist eine Genehmigung durch MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) erforderlich.

#### 5.4.7 Tank und Behälteraufbau

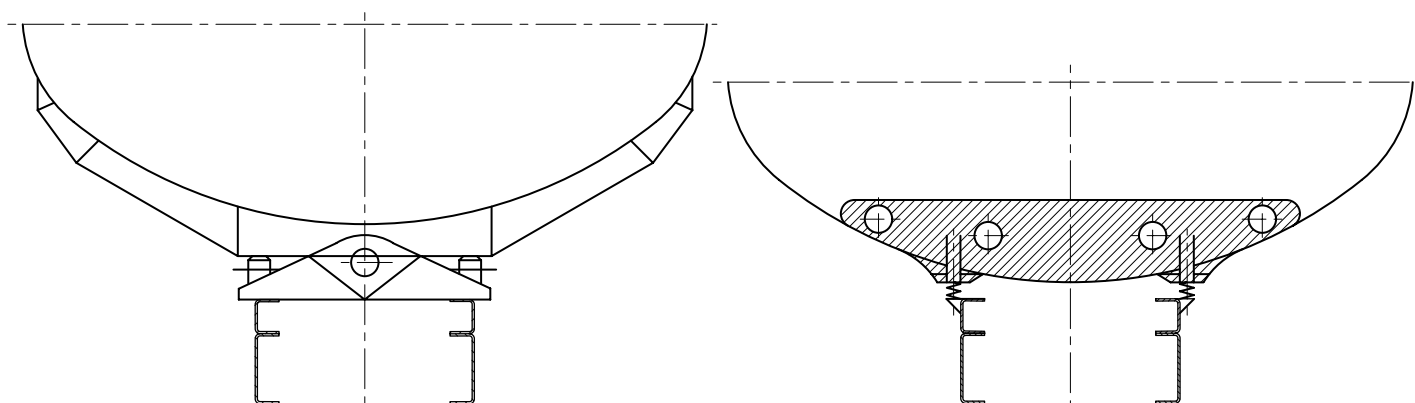
Je nach Transportgut sind die Fahrzeuge von den zuständigen Stellen entsprechend nationaler Auflagen, Richtlinien und Vorschriften auszurüsten. In Deutschland geben über die Beförderung gefährlicher Güter (nach GGVS) die Gefahrgutbeauftragten der technischen Überwachung (DEKRA, TÜV) Auskunft. Tank- und Behälteraufbauten benötigen in der Regel einen durchgehenden Hilfsrahmen nach Kapitel 5.3 Hilfsrahmen.

Die Bedingungen für freigegebene Ausnahmen bei hilfsrahmenlosen Tank- und Behälteraufbauten sind unten beschrieben. Die Verbindung zwischen Aufbau und Fahrgestell muss im vorderen Bereich so ausgebildet sein, dass die Verwindungsfähigkeit des Rahmens nicht behindert wird. Dies kann mit einer möglichst verdrehweichen vorderen Lagerung erreicht werden z.B. mit

- Pendellagerung (Bild 118)
- elastischer Lagerung (Bild 119)

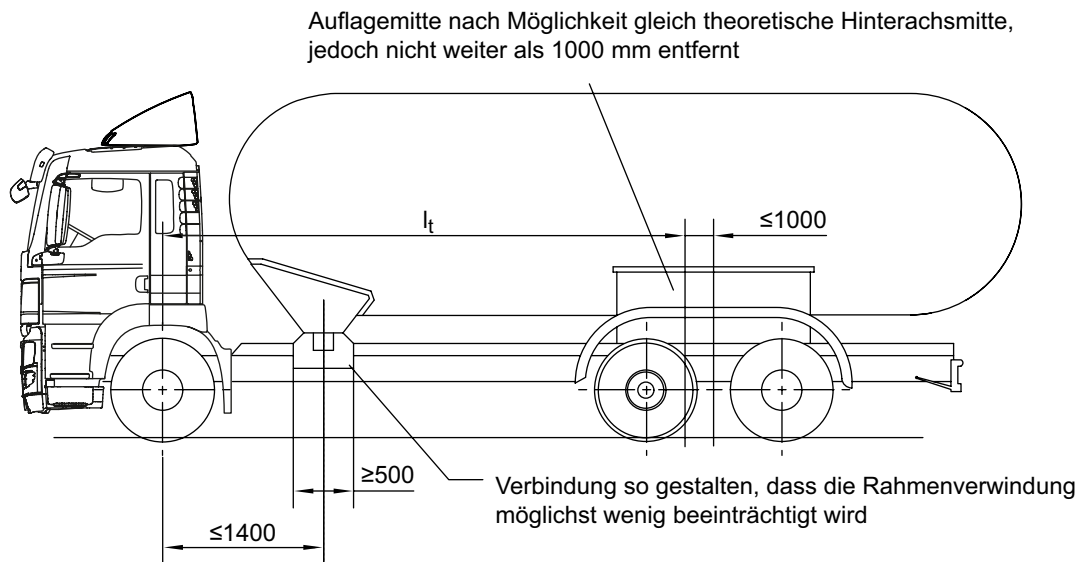
**Bild 118:** Vorderes Lager als Pendellagerung ESC-103

**Bild 119:** Vorderes Lager als elastische Lagerung ESC-104



Die vordere Lagerungsstelle soll möglichst nahe an die Vorderachsmittle heranreichen (siehe Bild 120). Im Bereich der theoretischen Hinterachsmittle ist die hintere, querstarre Aufbauabstützung vorzusehen. An dieser Stelle ist auch auf eine ausreichend dimensionierte, großflächige Rahmenverbindung zu achten. Der Abstand theoretische Hinterachsmittle bis Mitte Auflager muss  $<1.000$  mm sein (siehe Bild 120). Theoretische Hinterachsmittle siehe Abschnitt 3.5.

**Bild 120:** Anordnung Tank- und Silolagerung ESC-404



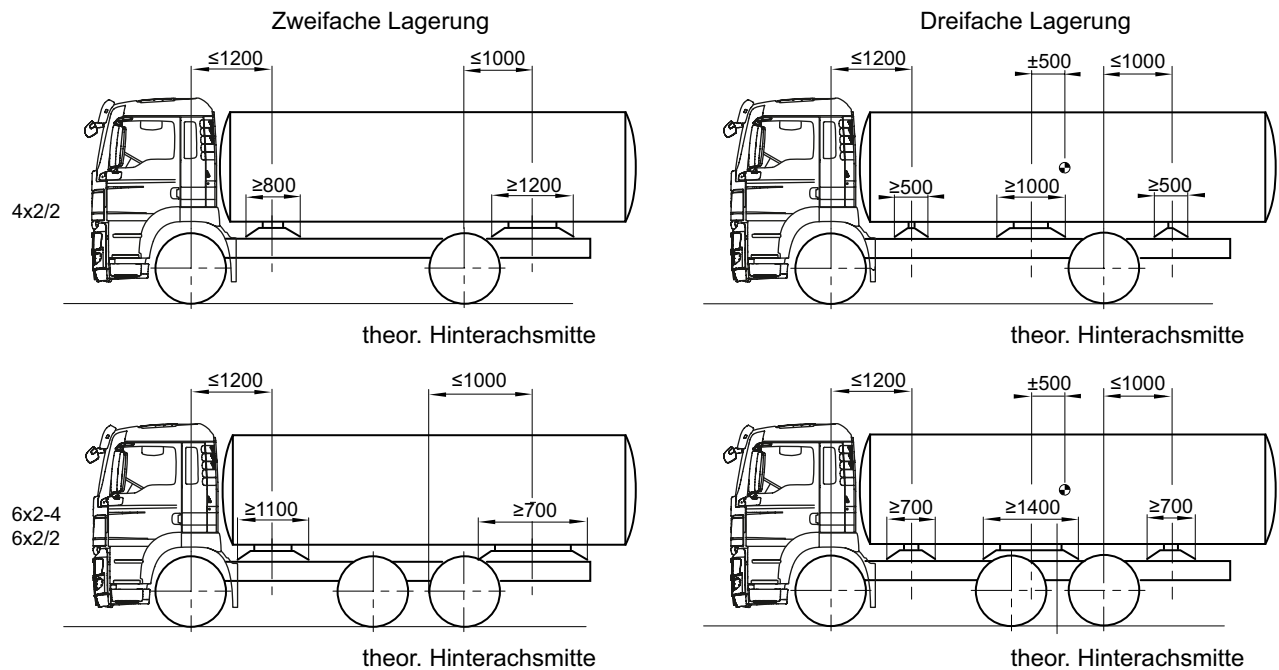
Nach der Aufbaumontage ist unbedingt zu prüfen, ob sich Schwingungen oder andere nachteilige Fahreigenschaften bemerkbar machen. Schwingungen sind durch richtige Auslegung des Hilfsrahmens und richtige Anordnung der Tanklagerung beeinflussbar. Hilfsrahmenlose Tank- und Behälteraufbauten: Unter Einhaltung der nachfolgend beschriebenen Bedingungen sind hilfrahmenlose Tank- und Behälteraufbauten bei zwei- und dreifacher Tanklagerung möglich.

Alle Lager sind in den angegebenen Abstandsbereichen anzuordnen, wird dieser überschritten, dann kann eine unzulässig hohe Rahmendurchbiegung entstehen. Das Einsatzgebiet des Fahrzeugs ist ausschließlich auf befestigten Straßen. Nach der Aufbaumontage ist unbedingt zu prüfen, ob sich Schwingungen oder andere nachteilige Fahreigenschaften bemerkbar machen.

**Tabelle 31:** Fahrgestelle ohne Hilfsrahmen bei Tankaufbauten bei zweifacher u. dreifacher Lagerung

| Typ      | Radformel                                   | Federung   | Radstand               |
|----------|---------------------------------------------|------------|------------------------|
| 05S      | 4x2<br>4x4H                                 | Blatt-Luft | 3.600-4.500            |
| 06S      |                                             |            |                        |
| 22S      |                                             |            |                        |
| 22X      |                                             |            |                        |
| 10S      |                                             |            |                        |
| 10X      |                                             |            |                        |
| 18S      | 6x2-2<br>6x2-4<br>6x4H-2<br>6x4H-4<br>6x2-4 | Blatt-Luft | 3.900-4.500<br>+ 1.350 |
| 18X, HV1 |                                             |            |                        |
| 35S      |                                             |            |                        |
| 35X      |                                             |            |                        |
| 74S      |                                             |            |                        |
| 89S      |                                             |            |                        |
| 89X      |                                             |            |                        |
| 21S      |                                             | Vollluft   |                        |
| 21X      |                                             |            |                        |
| 42S      | 6x2/2<br>6x2/4<br>6x4H/2<br>6x4H/4          | Blatt-Luft | 2.600-4.150<br>+ 1.350 |
| 42X      |                                             |            |                        |

**Bild 121:** Anforderungen Tanklager bei hilfsrahmenloser Bauweise ESC-411



## 5.4.8 Kipper

Bei kippbaren Aufbauten muss der Aufbauhersteller im Fall von Reparaturen unter dem gekippten Aufbau zum Arbeitsschutz der Mitarbeiter Abstützungen verfügbar haben.

Kippaufbauten erfordern ein für ihren Einsatzzweck konstruiertes Fahrgestell.

MAN hat entsprechende Fahrgestelle im Programm, diese sind in MANTED® über eine Abfrage nach Aufbau selektierbar.

Bei Kipperfahrgestellen ab Werk sind keine Fahrgestelländerungen erforderlich, wenn sichergestellt ist, dass folgende Punkte eingehalten werden:

- das zulässige Gesamtgewicht
- die zulässigen Achslasten
- die serienmäßige Kippbrückenlänge
- der serienmäßige Rahmenüberhang
- der serienmäßige Fahrzeugüberhang
- der maximale Kippwinkel von 50° nach hinten oder seitlich.

Alle Kippaufbauten benötigen einen durchgehenden Hilfsrahmen aus Stahl (Mindeststreckgrenze und mögliche Werkstoffe entsprechend Kapitel 5.3.2 in diesem Heft). Die Verbindung von Fahrgestell- und Hilfsrahmen liegt im Verantwortungsbereich des Aufbauherstellers. Kipperpressen und Kipperlager sind im Hilfsrahmen zu integrieren, da der Fahrzeugrahmen nicht für die Aufnahme von Punktlasten ausgelegt ist.

Folgende Eckdaten sind einzuhalten:

- Kippwinkel nach hinten und zur Seite  $\leq 50^\circ$
- Der Schwerpunkt von Kippbrücke mit Nutzlast darf beim Hinterkippen nur dann hinter Mitte letzter Achse kommen, wenn die Standsicherheit des Fahrzeugs gewährleistet ist.

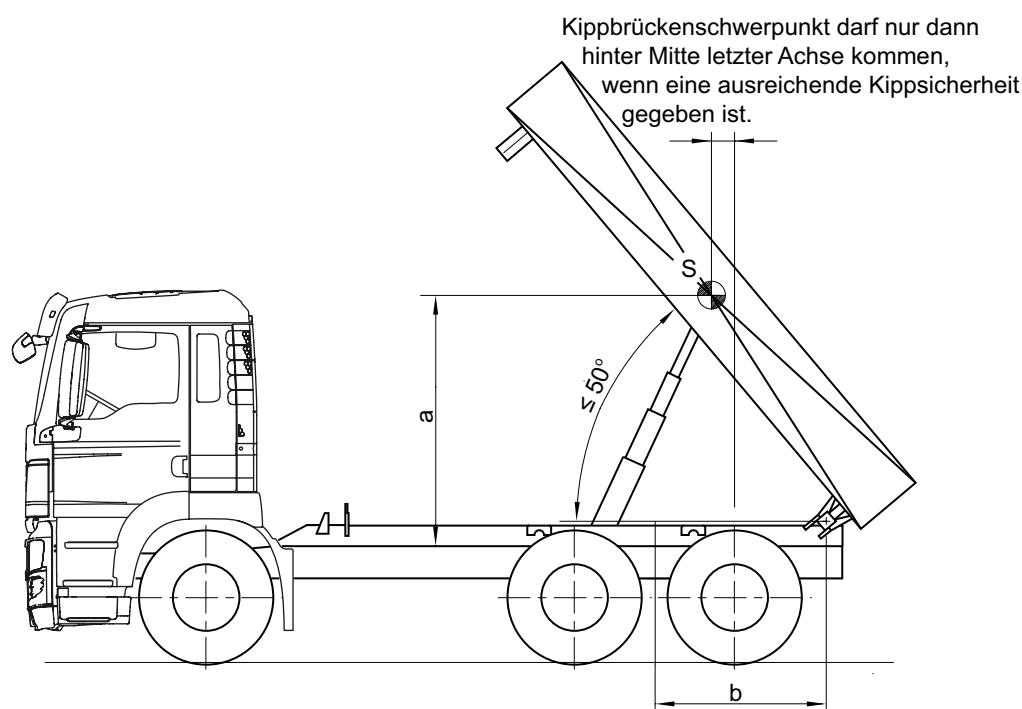
Wir empfehlen:

- Die Schwerpunkthöhe der Kippbrücke beim Kippvorgang nicht zu überschreiten: (Maß a siehe Bild  $100 \leq 1.800$ )
- Das hintere Kipplager ist möglichst nahe an der theoretischen Hinterachsmitte anzuordnen.  
Empfehlung: Abstandsmaß „b“ (siehe Tabelle 32 und Bild 122) von Kipplagermitte bis theoretischer Hinterachsmitte (1100 mm-1250 mm) nicht überschreiten (theoretische Hinterachsmitte siehe Abschnitt 3.5).

**Tabelle 32:** Kipper: Maximalmaße Schwerpunkthöhe Kipplagerabstand

| Fahrgestell                                 | Maß „a“ [mm] | Maß „b“ [mm] |
|---------------------------------------------|--------------|--------------|
| Zweiachser 4x2, 4x4H u. 4x4                 | $\leq 1.800$ | $\leq 1.100$ |
| Dreiachser 6x2, 6x4, 6x4H u. 6x6            | $\leq 2.000$ | $\leq 1.250$ |
| Vierachser 8x2, 8x4, 8x4H, 8x6, 8x6H u. 8x8 | $\leq 2.000$ | $\leq 1.250$ |

**Bild 122:** Kipper: Maximalmaße Schwerpunkthöhe u. Kipperlagerabstand ESC-405

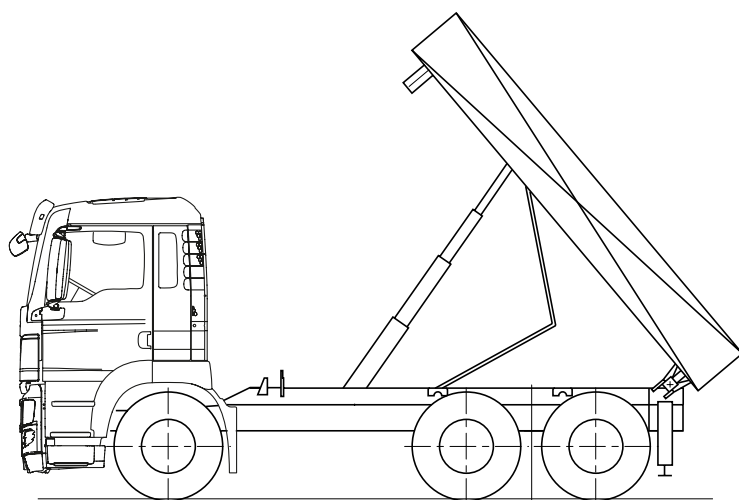


Aus Gründen der Betriebssicherheit, der Einsatzbedingungen oder bei Überschreitung der oben angegebenen Empfehlungen können weiterreichende Maßnahmen erforderlich werden, z.B. die Verwendung von hydraulischen Abstützungen zur Erhöhung der Standsicherheit oder das Versetzen bestimmter Aggregate.

Es wird jedoch vorausgesetzt, dass der Aufbauhersteller von sich aus die Notwendigkeit solcher Maßnahmen erkennt und durchführt, da die Maßnahmen wesentlich von der Auslegung seines Produkts abhängen.

Wegen der besseren Stand- und Betriebssicherheit ist bei Hinterkippern zur Stabilisierung der Kippbrücke u.U. eine so genannte „Schere“ nach Bild 123 vorzusehen und/oder eine Abstützung am Rahmenende notwendig.

**Bild 123:** Hinterkipper mit Schere und Abstützung ESC-406



Bei Fahrzeugen mit Luftfederung ist aus Gründen einer besseren Standsicherheit darauf zu achten, dass die Luftfederung zum Kippvorgang abgesenkt wird. Das Absenken kann entweder manuell über das ECAS- Bedienteil oder automatisiert mittels Sonderausstattung Code 311PH (Parametereingabe ECAS für Luftfederabsenkung auf ca. 20 mm über Puffer) erfolgen. Die Sonderausstattung 311PH senkt das Fahrzeug automatisch auf das definierte Niveau über Puffer ab, wenn der Nebenabtrieb bei stehendem Fahrzeug eingelegt wird. Damit die Funktion des Codes 311PH sicher aktiviert wird, muss die Bedienreihenfolge beim Einlegen des Nebenabtriebs (siehe Betriebsanleitung) zwingend eingehalten werden. Zusätzlich ist zu kontrollieren, dass die Anzeige „Kein Fahrniveau“ erscheint und das Fahrzeug abgesenkt ist. Falls keine automatische Absenkung vorhanden ist, ist der Anwender/ Fahrer auf eine manuelle Absenkung der Luftfederung hinzuweisen.

Für Fahrzeuge mit Abgasnorm Euro 6 gilt zusätzlich:

Bei diesen Fahrzeugen sind unbedingt Abstandshalter an der rechten Seite erforderlich. Hier kommt es ansonsten beim Öffnen der Bordwände zur Kollision mit Bauteilen am Abgasschalldämpfer.

#### **5.4.9 Absetz-, Gleitabsetz- und Gleitabrollkipper**

Da auf diesem Aufbausektor die Hilfsrahmen aus konstruktiven Gründen häufig nicht der Hauptrahmenkontur folgen können, sind spezielle Verbindungsmittel zum Hauptrahmen vorzusehen. Die ausreichende Dimensionierung und Anbringung dieser Befestigungselemente obliegt dem Aufbauhersteller. Bewährte Befestigungsmittel sowie ihre Ausführung und Anbringung sind aus den herstellerbezogenen Montageanleitungen der Aufbauten ersichtlich. MAN Befestigungswinkel sind für die Befestigung von Ladebrücken und Koffern vorgesehen. Sie eignen sich nicht für die Befestigung von Absetz-, Gleitabsetz- und Gleitabrollkipper. Aufgrund geringer Unterbauhöhen ist der Freigang aller beweglichen Teile an Fahrgestell (z.B. Bremszylinder, Getriebeschaltung, Achsführungsteile usw.) und Aufbau (z.B. Hydraulikzylinder, Leitungen, Kipperahmen usw.) zu prüfen und zu gewährleisten.

Gegebenenfalls ist ein Zwischenrahmen vorzusehen. Zusätzliche Maßnahmen können die Begrenzung des Federwegs, die Einschränkung der Pendelbewegung an der Doppelachse sein. Diese sind von MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) zu genehmigen.

Beim Be- und Entladevorgang sind Abstützungen am Fahrzeugende erforderlich, wenn:

- die Hinterachslast das Zweifache der technisch zulässigen Hinterachslast überschreitet. Dabei sind auch Reifen- und Felgentragfähigkeit zu berücksichtigen.
- die Vorderachse den Bodenkontakt verliert. Ein Abheben ist aus Sicherheitsgründen keinesfalls zulässig!
- die Standsicherheit des Fahrzeuges nicht gegeben ist. Dies kann aufgrund großer Schwerpunkthöhe, unzulässiger Seitenneigung bei einseitiger Einfederung, einseitigem Einsinken in weichem Untergrund usw., der Fall sein.

Eine Heckabstützung durch Blockierung der Fahrzeugfedern ist nur dann zulässig, wenn MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) eine Genehmigung bezüglich Einbau und Krafteinleitung erteilt. Hierzu sind aussagefähige Unterlagen einzureichen. Die erforderlichen Standsicherheitsnachweise sind vom Aufbauhersteller zu führen.

Bei Fahrzeugen mit Luftfederung ist aus Gründen einer besseren Standsicherheit darauf zu achten, dass die Luftfederung zum Kippvorgang abgesenkt wird. Das Absenken kann entweder manuell über das ECAS- Bedienteil oder automatisiert mittels Sonderausstattung Code 311PH (Parametereingabe ECAS für Luftfederabsenkung auf ca. 20 mm über Puffer) erfolgen. Die Sonderausstattung 311PH senkt das Fahrzeug automatisch auf das definierte Niveau über Puffer ab, wenn der Nebenabtrieb bei stehendem Fahrzeug eingelegt wird.

Damit die Funktion des Codes 311PH sicher aktiviert wird, muss die Bedienreihenfolge beim Einlegen des Nebenabtriebs (siehe Betriebsanleitung) zwingend eingehalten werden. Zusätzlich ist zu kontrollieren, dass die Anzeige „Kein Fahrniveau“ erscheint und das Fahrzeug abgesenkt ist. Falls keine automatische Absenkung vorhanden ist, ist der Anwender/ Fahrer auf eine manuelle Absenkung der Luftfederung hinzuweisen.

#### **5.4.10 Luftgefederte Fahrzeuge abstützen**

Bei der Abstützung von Blatt-/Luft oder vollluftgefederten Fahrzeugen ist folgendes generell zu beachten:

Für die Standsicherheit des Gesamtsystems im Arbeitsbetrieb ist der Aufbauverantwortliche verantwortlich.

Aus Gründen einer besseren Standsicherheit ist darauf zu achten, dass die Luftfederung vor dem Abstützen auf Puffer abgesenkt wird. Das Absenken kann entweder manuell über das ECAS- Bedienteil oder automatisiert mittels Sonderausstattung Code 311PE (Parametereingabe ECAS für Kranbetrieb) erfolgen. Die Sonderausstattung 311PE senkt das Fahrzeug automatisch auf Puffer ab, wenn der Nebenabtrieb bei stehendem Fahrzeug eingelegt wird. Ist der Absenkvorgang abgeschlossen regelt das System einen definierten Restdruck zum Schutz der Luftfederbälge. Damit die Funktion des Codes 311PE sicher aktiviert wird, muss die Bedienreihenfolge beim Einlegen des Nebenabtriebs (siehe Betriebsanleitung) zwingend eingehalten werden. Zusätzlich ist zu kontrollieren, dass die Anzeige „Kein Fahrniveau“ erscheint und das Fahrzeug abgesenkt ist. Falls keine automatische Absenkung vorhanden ist, ist der Anwender/ Fahrer auf eine manuelle Absenkung der Luftfederung hinzuweisen. Das vollständige Freiheben der Achsen gewährleistet zwar ein Optimum an Standsicherheit innerhalb der physikalischen Grenzen, stellt aber aufgrund der damit verbundenen Belastung höhere Ansprüche an Rahmen und Hilfsrahmen. Das Freiheben der Achsen sowie das Absenken des Fahrzeugs ohne Sonderausstattung Code 311PE kann zu Schäden an den Luftfederbälgen führen. Zur Einhaltung der in Richtlinien dargestellten Vorgaben und zur Minimierung von vorhersehbaren Fehlanwendungen / Risiken wird die Sonderausstattung 311PE zwingend empfohlen. Bei speziellen Fahrzeug-/ Aufbaukonzepten sind, in Eigenverantwortung des Aufbauers und in Absprache mit dem Kunden, Ausnahmen möglich.

##### **Hinweis:**

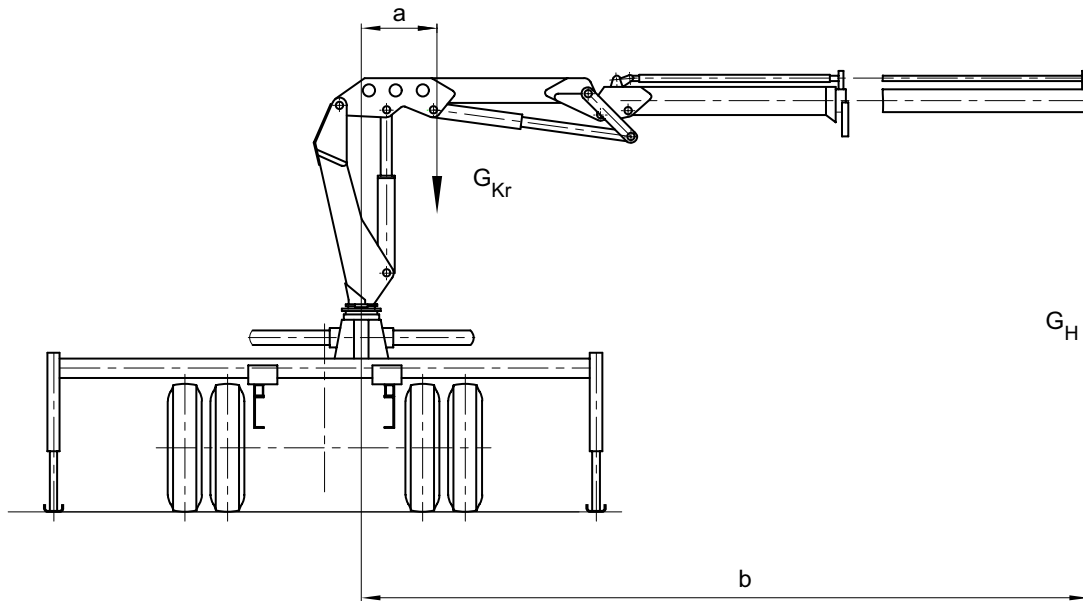
Die Funktionen der Codes 311PE / 311PH werden durch das Aus-/ Einschalten des Motors / Nebenabtriebs o.ä. deaktiviert und die Standardregelung (Regelung der Luftfeder auf Fahrniveau) der ECAS aktiviert. In Fällen, in denen das Fahrzeug dauerhaft im eingestellten Niveau (abgesenkter Zustand der Luftfeder) bleiben soll, kann es erforderlich sein, dass die Regelung der ECAS- Luftfederanlage vollständig unterdrückt werden muss.

Ist dies erforderlich, kann die Regelunterdrückung über die Sonderausstattung 311PK (Parametereingabe ECAS mit Zusatzverschaltung zur Unterdrückung der Niveauregulierung) realisiert werden. Ist dies für ein Fahrzeug nicht vorhanden, so kann diese von einem MAN Service-Betrieb nachträglich eingebaut werden (siehe dazu MAN Service-Information 239704a). Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass diese Maßnahme nicht zur Verbesserung der Standsicherheit beiträgt und damit auch kein Mittel zur Ausdehnung technischer Grenzen von aufgebauten Geräten (z.B. Kränen) ist. Die Unterdrückung der ECAS-Regelung darf nur im Arbeitsbetrieb erfolgen.

### 5.4.11 Ladekran

Eigengewicht und Gesamtmoment eines Ladekranes müssen auf das zur Verwendung kommende Fahrgestell abgestimmt sein. Die Berechnungsgrundlage bildet das maximale Gesamtmoment und nicht das Hubmoment. Das Gesamtmoment resultiert aus dem Eigengewicht und der Hubkraft des Ladekranes bei gestrecktem Kranarm. Berechnung des Gesamtkranmomentes siehe unten Formel 17.

**Bild 124:** Momente am Ladekran ESC-040



**Formel 17:** Gesamtmoment Ladekran

$$M_{Kr} = \frac{g \cdot s \cdot (G_{Kr} \cdot a + G_H \cdot b)}{1000}$$

Es bedeuten:

- a = Abstand des Kranschwerpunktes von Kransäulenmitte in [m], Kranarm gestreckt und auf maximale Länge ausgefahren.
- b = Abstand der maximalen Hublast von Kransäulenmitte in [m], Kranarm gestreckt und auf maximale Länge ausgefahren
- G<sub>H</sub> = Hublast des Ladekranes in [kg]
- G<sub>Kr</sub> = Gewicht des Ladekranes in [kg]
- M<sub>Kr</sub> = Gesamtmoment in [kNm]
- s = Stoßfaktor nach Angabe des Kranherstellers (abhängig von der Kransteuerung), stets ≥ 1
- g = Erdbeschleunigung 9,81[m/s<sup>2</sup>]

Die Anzahl der Abstützungen (zwei- oder vierfach), sowie deren Position und Abstützweite ist durch den Kranhersteller aufgrund der Standsicherheitsberechnung und der Fahrzeugbelastung zu bestimmen.

MAN kann aus technischen Gründen eine Vierfach-Abstützung verlangen.

Während des Kranbetriebes müssen die Abstützungen immer bodenschlüssig ausgefahren sein.

Sie sind sowohl bei Be- als auch bei Entladung entsprechend nachzusetzen.

Ein hydraulischer Ausgleich zwischen den Stützen muss gesperrt sein.

Gleichfalls ist ein aus Standsicherheitsgründen evtl. notwendiger Ballast durch den Kranhersteller anzugeben.

Für die Standsicherheit ist unter anderem die Verdrehsteifigkeit des gesamten Rahmenverbandes verantwortlich.

Dabei ist zu beachten, dass eine hohe Torsionssteifigkeit des Rahmenverbandes den Fahrkomfort und die Geländegängigkeit des Fahrzeugs reduziert. Für eine ausreichende Befestigung von Kran und Hilfsrahmen muss der Aufbau- oder Kranhersteller sorgen. Betriebskräfte einschließlich deren Sicherheitsbeiwerte müssen sicher aufgenommen werden.

Ab Werk gelieferte Brückenwinkel sind hierfür nicht geeignet. Eine unzulässig hohe Belastung der Achse(n) ist zu vermeiden.

Die maximal zulässige Achsbelastung darf im Kranbetrieb nicht mehr als das Zweifache der technisch zulässigen Achslast betragen.

Stoßfaktoren der Kranhersteller sind zu berücksichtigen (siehe Formel 17)!

Die zulässigen Achslasten dürfen während des Fahrbetriebes nicht überschritten werden, deshalb ist eine auftragsbezogene Achslastberechnung erforderlich. Eine asymmetrische Kranmontage ist nicht zulässig, wenn daraus ungleichmäßige Radlasten resultieren (zulässige Radlastdifferenz  $\leq 5\%$  siehe auch Kapitel 3.1 in diesem Heft).

Der Aufbauhersteller muss für entsprechenden Ausgleich sorgen.

Der Schwenkbereich eines Ladekranes ist zu begrenzen, wenn es die zulässigen Achslasten oder die Standsicherheit erfordern.

In welcher Art und Weise dies geschieht, hat der jeweilige Ladekranhersteller zu überprüfen (z.B. mit schwenkbereichsabhängiger Hublastbegrenzung).

Bei Montage und Betrieb des Ladekrans ist auf die erforderliche Freigängigkeit aller beweglichen Teile zu achten.

Bedienelemente müssen den vorgeschriebenen Mindestfreiraum aufweisen.

Abweichend von anderen Aufbauten muss bei Kranaufbauten zur Erhaltung der Fahrzeuglenkfähigkeit die Mindestbelastung der Vorderachse(n) in jedem Beladungszustand 30% für Zweiachser bzw. 25% für Drei- und Vierachser betragen. Genaue Definition siehe Abschnitt 3.2 in diesem Heft.

Eventuelle Stützlasten an der Anhängerkupplung sind in die erforderliche Achslastberechnung einzubeziehen.

Fahrzeuge mit liftbaren Achsen sind auch auf die Gewichtsverhältnisse bei angehobenen Nachlaufachsen zu prüfen.

Eventuell muss die Liftmöglichkeit gesperrt werden (siehe auch weiter unten bei ‚Heckladekran‘ in diesem Kapitel).

Je nach Krangröße (Gewicht und Schwerpunktlage) und Kranposition (hinter dem Fahrerhaus oder am Heck) sind Fahrzeuge mit verstärkten Federn, verstärktem Stabilisator oder verstärkten Stoßdämpfern auszurüsten, sofern die Liefermöglichkeit gegeben ist. Diese Maßnahmen vermindern den Schiefstand des Fahrgestells (z.B. durch geringere Einfederung verstärkter Federn) und verhindern bzw. reduzieren die Wankneigung.

Dennoch ist bei Kranaufbauten ein Schiefstand aufgrund der Verlagerung des Fahrzeugschwerpunktes nicht immer zu vermeiden.

Nach der Montage des Aufbaus sind nochmalige Einstell- oder Kontrollarbeiten am Fahrzeug erforderlich.

Dies betrifft besonders die Scheinwerfer, sowie den hinteren Unterfahrschutz und die seitliche Schutzvorrichtung.

Eine Genehmigung für einen Kranaufbau ist dann erforderlich, wenn der in diesen Aufbaurichtlinien gesetzte Rahmen überschritten wird.

Dies ist der Fall bei:

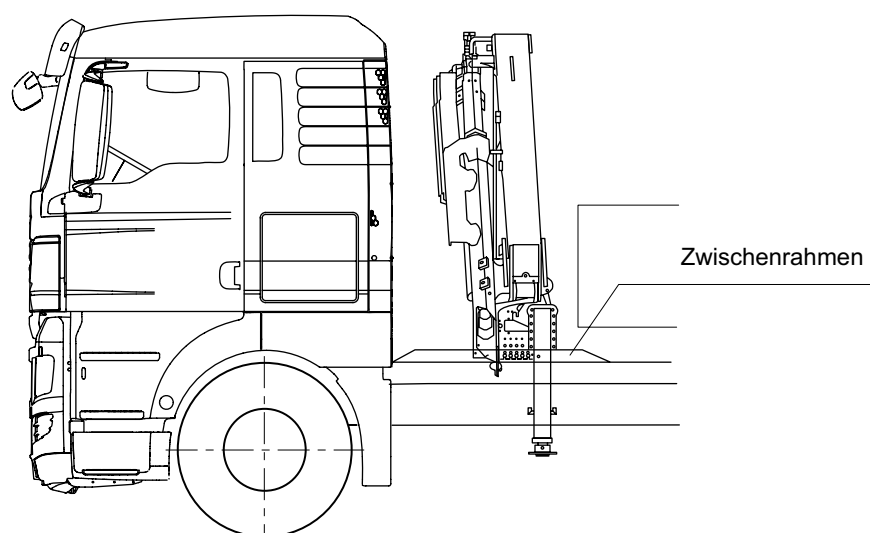
- Überschreitung des angegebenen max. Krangesamtmoments nach Bild 128
- Vierfach-Abstützung
- Frontabstützung.

Bei Vierfach-Abstützung liegen andere Kräfteverhältnisse vor, dies macht grundsätzlich eine Rückfrage bei MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) erforderlich. Um die Standsicherheit im Kranbetrieb zu gewährleisten, ist der Hilfsrahmen im Bereich zwischen den beiden Abstützträgern in ausreichender Torsionssteifigkeit zu fertigen. Das Ausheben des Fahrzeuges mit den Kranabstützungen ist aus Festigkeitsgründen nur dann zulässig, wenn die Hilfsrahmenkonstruktion alle aus der Kranarbeit resultierenden Kräfte aufnimmt und nicht schubfest mit dem Fahrgestellrahmen verbunden ist (z.B. Autokrane). Der Kranaufbau und seine Funktion sind je nach nationaler Vorschrift vor der ersten Inbetriebnahme durch einen Kransachverständigen oder eine für Kranprüfungen ermächtigte Person zu prüfen.

#### Ladekran hinter dem Fahrerhaus:

Ragen Fahrgestellkomponenten über Hilfsrahmenoberkante, dann schafft ein zusätzlicher Zwischenrahmen auf dem Hilfsrahmen Platz (siehe Bild 125). Er kann so gestaltet werden, dass er zusätzlich als Verstärkung des Hilfsrahmens dient.

**Bild 125:** Freiraum für Ladekran hinter Fahrerhaus ESC-407



Das Fahrerhaus muss kippbar sein und die Verriegelung muss ungehindert bedient werden können. Im Bereich des Kippradius dürfen sich daher keine behindernden Teile befinden. Kippradien der Fahrerhäuser sind in den Fahrgestellzeichnungen angegeben (Bezug über MANTED®, [www.manted.de](http://www.manted.de)). Trotz Einhaltung der zulässigen Vorderachslast, muss eine zu große Kopflastigkeit des Fahrzeuges aus Gründen der Fahreigenschaften vermieden werden. Eine Verringerung der Vorderachsbelastung ist z.B. durch das Versetzen von Aggregaten erreichbar. Bei verschiedenen Fahrzeugen kann die zulässige Vorderachslast erhöht werden, wenn die technischen Voraussetzungen gegeben sind. Erhöhung der zulässigen Vorderachslast und Verfahrensweise siehe Kapitel 3 „Allgemeine technische Grundlagen“.

#### Heckladekran:

Um den notwendigen Platz für den Ladekranaufbau zu schaffen und eine günstigere Vorderachsbelastung zu erreichen, kann ein heckseitig angebrachtes Ersatzrad seitlich am Rahmen platziert werden. Je nach Krangröße und Achslastverteilung sind stärkere Federn, ein Stabilisator oder andere MAN-Stabilisationshilfen einzubauen. Dies vermindert Schiefstand und Wankneigung des Kranfahrzeuges. Beim Anheben liftbarer Nachlaufachsen wird das Fahrzeug an der Vorderachse stark entlastet. Durch den Kran als dynamisch am Rahmenende wirkende Punktlast stellt sich voraussichtlich kein ausreichend stabiler Fahrzustand ein. Die Liftmöglichkeit ist deshalb zu sperren, wenn mit dem Kran bei Leerfahrt im gelifteten Zustand über 80% der zulässigen Triebachslast erreicht wird oder die Mindestvorderachslast (30% des tatsächlichen Fahrzeuggewichts des dann zweiachsigen Fahrzeugs) unterschritten wird.

Zu Rangierzwecken kann die Nachlaufachse bei ausreichender Dimensionierung von Hilfsrahmen und Aufbau entlastet werden (Anfahrhilfe). Dabei sind die auf Aufbau und Rahmenverband wirkenden erhöhten Biege- und Torsionskräfte zu berücksichtigen. Soll ein Zentralachsanhänger mitgeführt werden, dann ist die Stützlast in die Fahrgestellauslegung mit einzubeziehen. Vor allem die genannten Werte im Abschnitt 3.2 "Mindestvorderachslast" dürfen nicht unterschritten werden.

#### Absattelbarer Heckladekran:

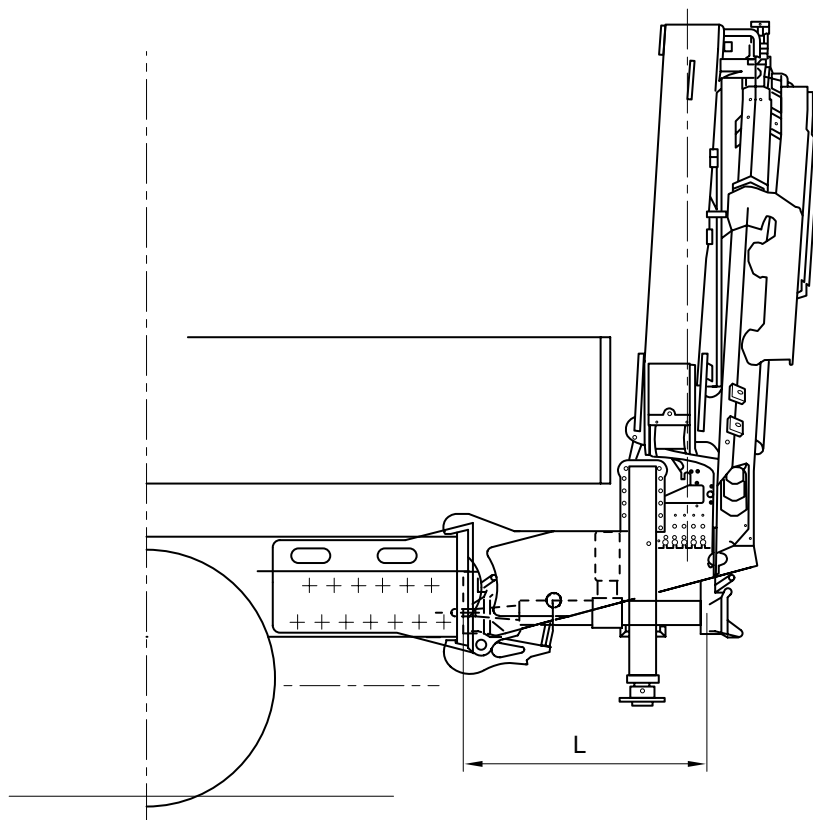
Der Nutzlastschwerpunkt ändert sich, je nachdem ob der Kran abgesattelt ist oder nicht.

Um die größtmögliche Nutzlast zu erreichen ohne dabei zulässige Achslasten zu überschreiten, empfehlen wir den Nutzlastschwerpunkt mit und ohne Kran am Aufbau deutlich zu kennzeichnen. Die durch die Absattelvorrichtung vergrößerte Überhanglänge ist zu berücksichtigen. Die Festigkeit der Absattelkonsole sowie die fachgerechte Anbringung der Konsolenaufnahme am Fahrzeug liegen im Verantwortungsbereich des Aufbauherstellers. Am Fahrzeug mitgeführte Stapler sind wie aufsattelbare Ladekräne im Transportzustand zu betrachten. An die Montagekonsolen für absattelbare Heckladekrane ist bei Anhängerbetrieb eine zweite Anhängerkupplung anzubauen. Diese Anhängerkupplung ist mit der am Fahrzeug angebauten über eine Zugöse verbunden (siehe Bild 126).

Die Hinweise im Abschnitt 4.8 "Verbindungseinrichtungen" sind zu beachten.

Absattelvorrichtung und Aufbau müssen die bei Anhängerbetrieb entstehenden Kräfte sicher aufnehmen und übertragen können. Bei aufgesatteltm Kran und Betrieb ohne Anhänger müssen an der Absattelvorrichtung ein Unterfahrschutz sowie die gesetzlich vorgeschriebene Beleuchtungseinrichtung vorhanden sein.

**Bild 126:** Absattelvorrichtung für Heckladekran ESC-023



## Hilfsrahmen für Ladekran:

Für Ladekranaufbauten ist in jedem Fall ein Hilfsrahmen vorzusehen, selbst bei Krangesamtmomenten die rein rechnerisch ein benötigtes Flächenträgheitsmoment unter  $175 \text{ cm}^4$ , ist ein Hilfsrahmen mit einem Flächenträgheitsmoment von mindestens  $175 \text{ cm}^4$  aufzubauen. Wir empfehlen zur Schonung des Hilfsrahmens im Kranbereich einen zusätzlichen Obergurt (Verschleißplatte) zu montieren, um das Einarbeiten des Kranfußes in den Hilfsrahmen zu vermeiden.

Die Stärke des zusätzlichen Obergurts soll je nach Krangröße 8-10 mm betragen.

Ladekrane werden häufig in Verbindung mit anderen Aufbauten montiert, für die ebenfalls ein Hilfsrahmen erforderlich ist (z.B. Kipper, Sattelzugmaschine, Drehschemelaufbau).

Es muss dann der, je nach Aufbau und seiner Anforderung, größere Hilfsrahmen der gesamten Aufbaukonstruktion verwendet werden.

Für einen absattelbaren Ladekran muss der Hilfsrahmen so gestaltet sein, dass die Absattelvorrichtung und der Ladekran sicher aufgenommen werden können. Die Ausführung der Konsolenaufnahme (Bolzenbefestigung etc.) liegt im Verantwortungsbereich des Aufbauherstellers.

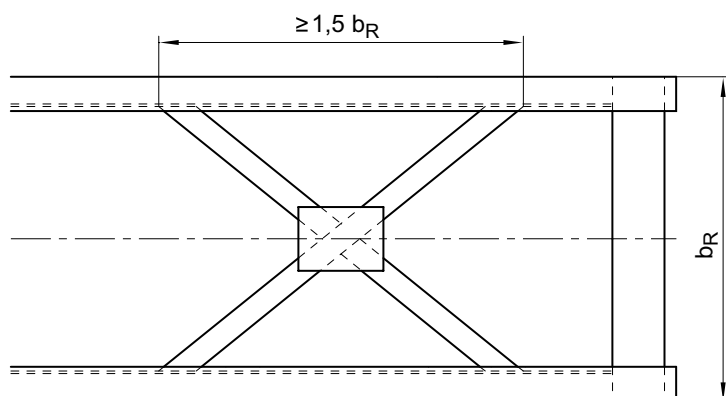
Bei Montage des Ladekrans hinter dem Fahrerhaus ist der Hilfsrahmen mindestens im Kranbereich zum Kasten zu schließen.

Wird der Ladekran am Heck montiert, muss von Rahmenende bis mindestens vor die vorderste Hinterachsführung ein geschlossenes Profil verwendet werden.

Außerdem ist zur Erhöhung der Torsionssteifigkeit im Hilfsrahmen ein Kreuzverband (X-Verband, siehe Bild 127) oder eine gleichwertige Konstruktion vorzusehen.

Für die Anerkennung als „gleichwertige Konstruktion“ ist jedoch eine Genehmigung durch MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) Voraussetzung.

**Bild 127:** Kreuzverstrebung im Hilfsrahmen ESC-024



Die Methode und die Zuordnung Krangesamtmoment/Flächenträgheitsmoment in Abhängigkeit des Fahrgestellrahmens gilt für Kranaufbauten mit zweifacher Abstützung, gleichermaßen für den Aufbau hinter dem Fahrerhaus oder am Rahmenende. Sicherheitsbeiwerte sind bereits enthalten, das Krangesamtmoment  $M_{kr}$  ist mit Stoßfaktor nach Angabe des Kranherstellers zu berücksichtigen (siehe auch Formel 17 weiter oben in diesem Heft). Für die Rahmenprofile der TGS/TGX Typen ist hier das Diagramm Krangesamtmoment und Flächenträgheitsmoment abgebildet (siehe unten Bild 128). Kranaufbauten bei Fahrgestellen/Sattelzugmaschinen mit Rahmenprofilnummer 34 sind nicht erlaubt (Typschlüsselnummern Stand 08/2009: 08S, 49S).

Die Diagramme in Bild 132 gelten nur für Kranaufbauten mit zweifacher Abstützung. Sie sind gleichermaßen für den Aufbau hinter dem Fahrerhaus oder am Rahmenende geeignet. Sicherheitsbeiwerte sind bereits enthalten, das Krangesamtmoment  $M_{kr}$  ist mit Stoßfaktor nach Angabe des Kranherstellers zu berücksichtigen (siehe auch Formel ‚Gesamtmoment eines Ladekrans‘ weiter oben im Kapitel 5.4.10).

Muss aufgrund von Aufbauvorgaben (z.B. niedrige Containerfahrzeuge, Abschleppfahrzeuge etc.) von der hier beschriebenen Auslegungsmethode abgewichen werden, ist der gesamte Aufbau mit MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) abzustimmen.

Beispiel für den Umgang mit den Diagrammen in Bild 138:

Für ein Fahrzeug TGS 18.xxx 4x2 BB, Typ 03S, Rahmenprofilnummer 31 soll der Hilfsrahmen bestimmt werden, wenn ein Kran mit einem Gesamtmoment von 160 kNm aufgebaut wird.

Lösung:

Im Bild 128 wird im Diagramm ein Mindestflächenträgheitsmoment von ca.  $1.250 \text{ cm}^4$  ermittelt.

Wird ein U-Profil mit einer Breite von 80 mm und einer Dicke von 8 mm mit einem Steg von 8 mm Dicke zum Kasten geschlossen, so ist eine Profilhöhe von mindestens 170 mm erforderlich, siehe Diagramm in Bild 129. Werden zwei U-Profile mit  $B/t = 80/8$  zum Kasten geschachtelt, so verringert sich die Mindesthöhe auf ca. 140 mm, siehe Bild 131.

Bei abgelesenen Werten, deren Profilgröße nicht erhältlich ist, ist auf den nächsten erhältlichen Wert aufzurunden; ein Abrunden ist unzulässig.

Der Freigang aller beweglichen Bauteile bleibt in dieser Betrachtung unberücksichtigt und muss deshalb mit den gewählten Abmessungen nochmals geprüft werden.

Ein offenes U-Profil nach Bild 129 darf im Bereich des Krans nicht verwendet werden.

Es wird hier lediglich dargestellt, weil die Verwendung des Diagramms auch für andere Aufbauten in Frage kommt.

**Bild 128:** Krangesamtmoment und Flächenträgheitsmoment bei TGS/TGX ESC-516a

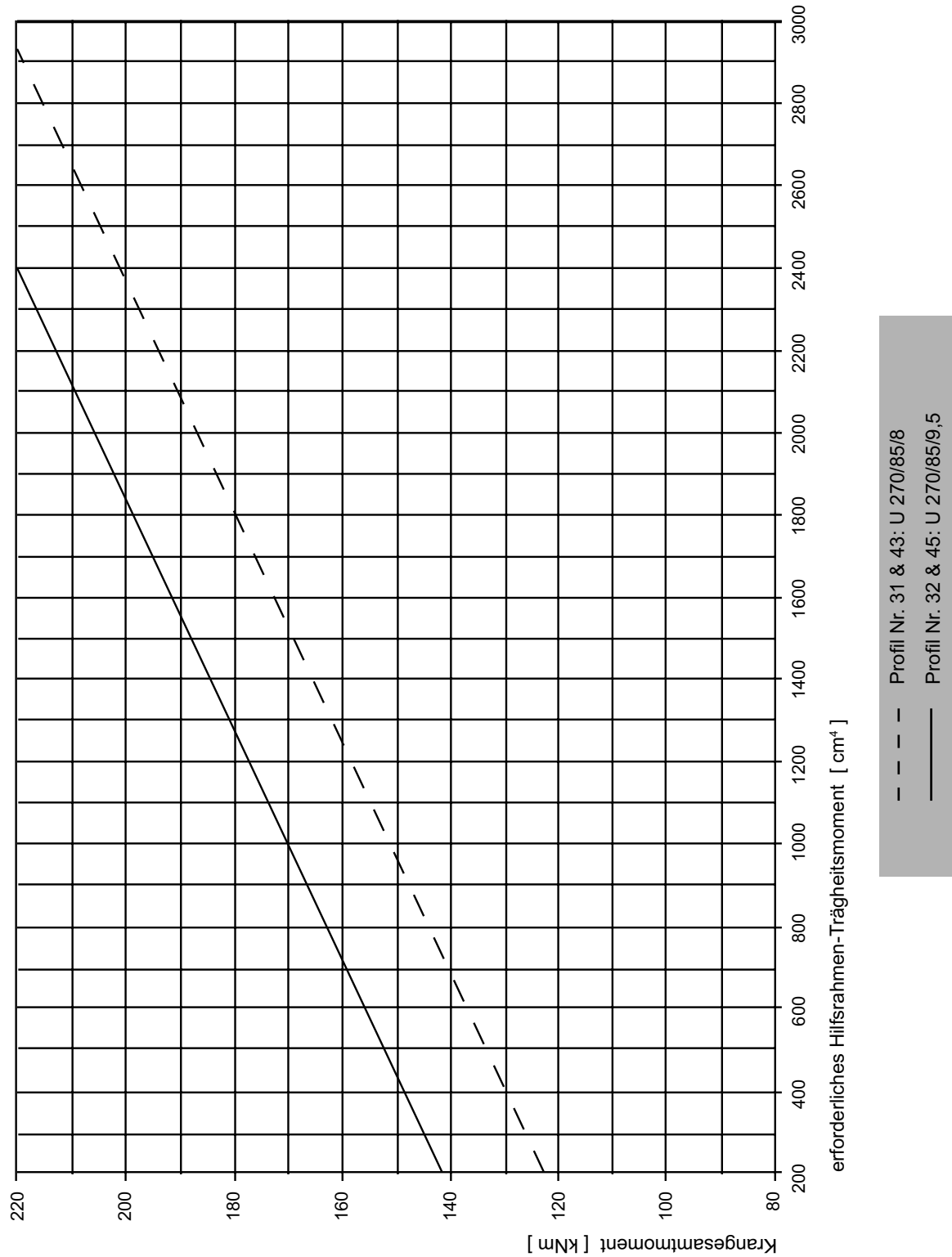


**Bild 129:** Flächenträgheitsmomente U-Profile ESC-213

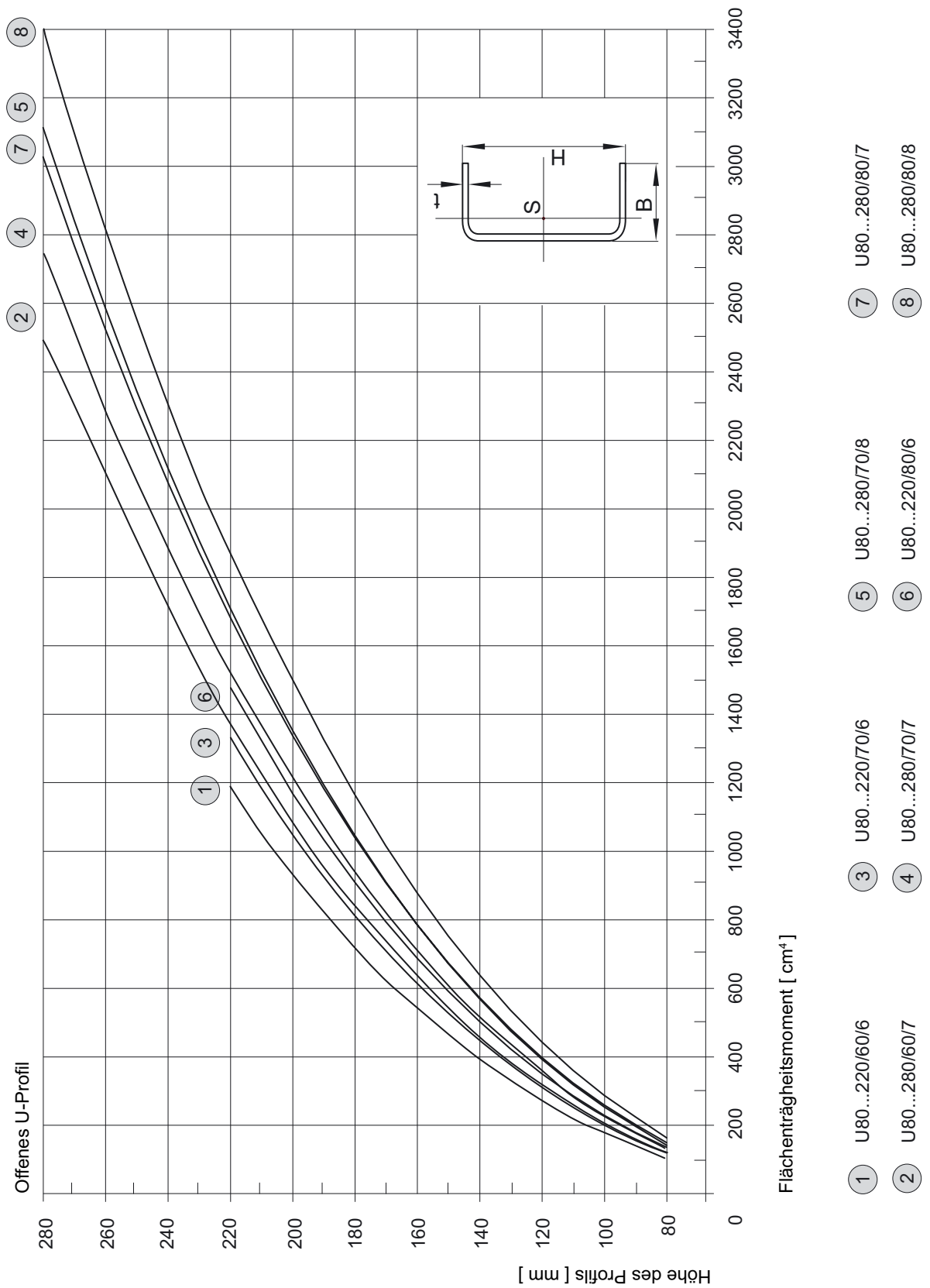


**Bild 130:** Flächenträgheitsmomente geschlossener U-Profile ESC-214

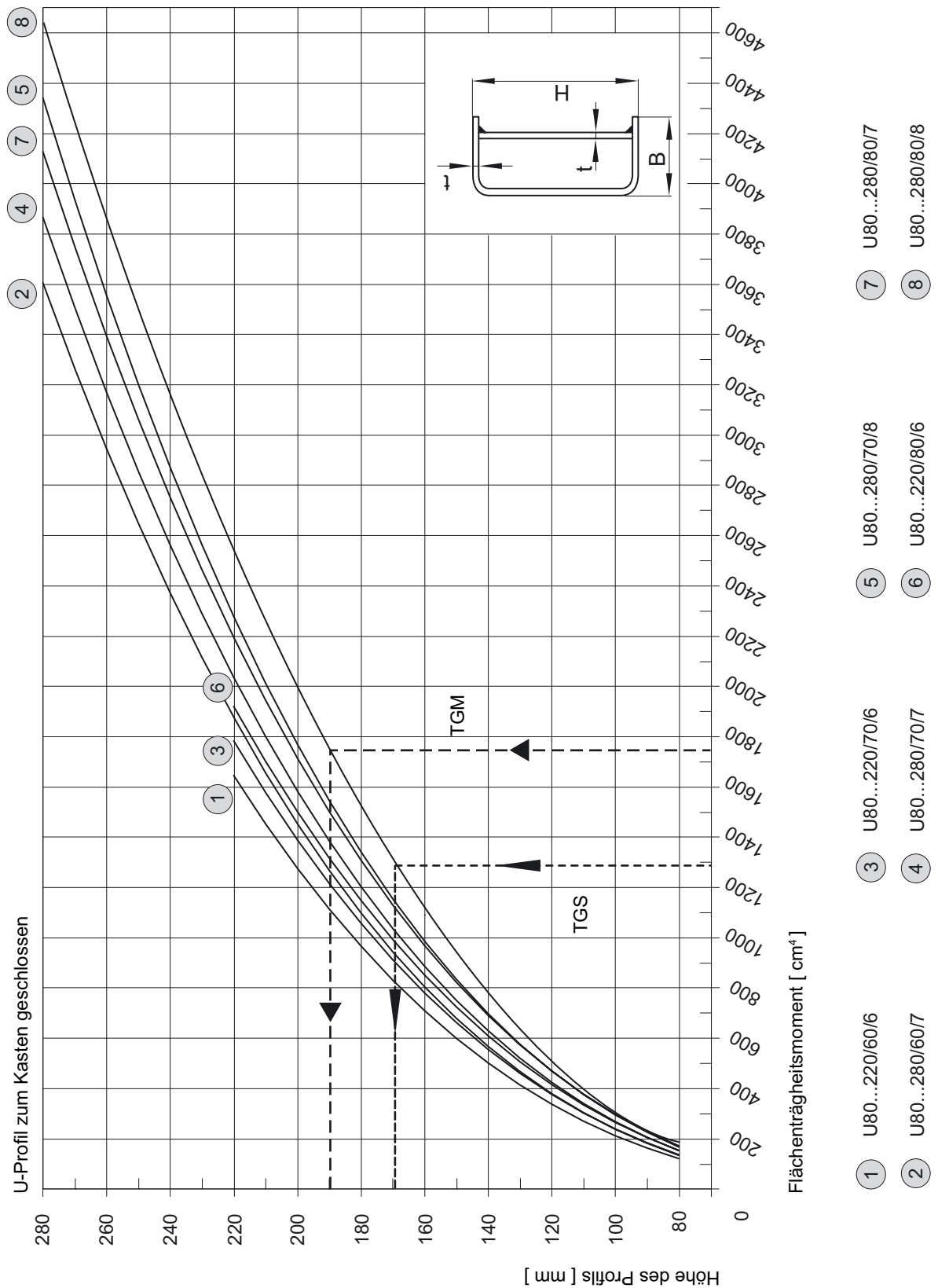
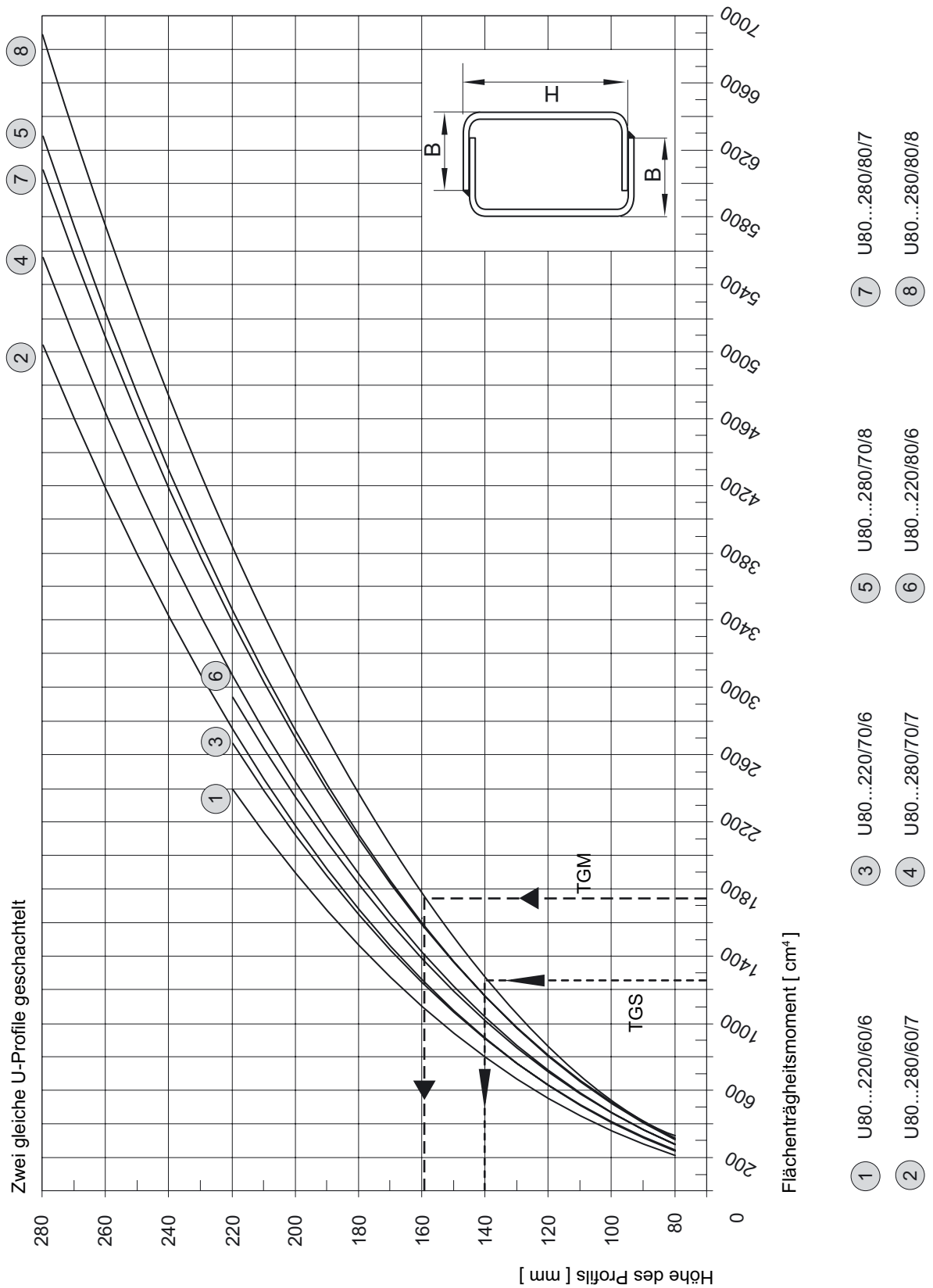


**Bild 131:** Flächenträgheitsmomente geschachtelter U-Profile ESC-215



## 5.4.12 Seilwinde

Bei Anbau einer Seilwinde sind folgende Gesichtspunkte maßgebend:

- Zugkraft
- Einbaulage: Front, Mitten, Heck, Seiteneinbau
- Antriebsart: mechanisch, elektromechanisch, elektrohydraulisch.

Fahrzeugteile, wie z.B. Achsen, Federn und Rahmen dürfen durch den Betrieb der Seilwinde keinesfalls überlastet werden. Dies gilt besonders bei einer von der Fahrzeuglängsachse abweichenden Richtung der Windenzugkraft. Eventuell ist eine von der Zugkrafttrichtung abhängige automatische Zugkraftbegrenzung notwendig. Bei Frontanbau einer Seilwinde wird die maximale Windenzugkraft durch die technisch zulässige Vorderachslast begrenzt. Die technisch zulässige Vorderachslast ist dem Fabrikschild des Fahrzeugs und den Fahrzeugpapieren zu entnehmen. Eine Windenauslegung mit Zugkräften, die über die technisch zulässige Vorderachslast hinausgehen, ist ohne vorheriger Rücksprache mit MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) nicht zulässig. In jedem Fall ist auf eine einwandfreie Seilführung zu achten. Das Seil sollte durch möglichst wenige Umlenkungen geführt werden. Gleichzeitig darf jedoch kein Fahrzeugteil in seiner Funktion beeinträchtigt sein.

Wegen der besseren Regulier- und Einbaumöglichkeit der Winde ist ein hydraulischer Windenantrieb vorzuziehen. Der Wirkungsgrad von Hydraulikpumpe und -motor ist zu berücksichtigen (siehe auch Kapitel 9 ‚Berechnungen‘). Es ist zu überprüfen, ob vorhandene Hydraulikpumpen, wie z.B. die von einem Ladekran oder Kipper, mit verwendet werden können. Dadurch kann unter Umständen der Einbau von mehreren Nebenabtrieben vermieden werden. Der Hydraulikkreislauf der Hydrodrive® Fahrzeuge ist ein geschlossener Kreislauf. Er darf zum Betrieb einer Seilwinde nicht angezapft werden.

Beim Schneckengetriebe mechanischer Winden ist die zulässige Eingangs-drehzahl zu beachten (in der Regel  $< 2.000/\text{min}$ ). Die Übersetzung des Nebenabtriebs ist entsprechend zu wählen. Der niedrige Wirkungsgrad des Schneckengetriebes ist bei der Bestimmung des erforderlichen Mindestdrehmomentes am Nebenabtrieb zu berücksichtigen. Für elektromechanisch oder elektrohydraulisch angetriebene Winden sind die Hinweise im Kapitel 6 ‚Elektrik, Elektronik, Leitungen‘ zu beachten.

## 5.4.13 Transportmischer

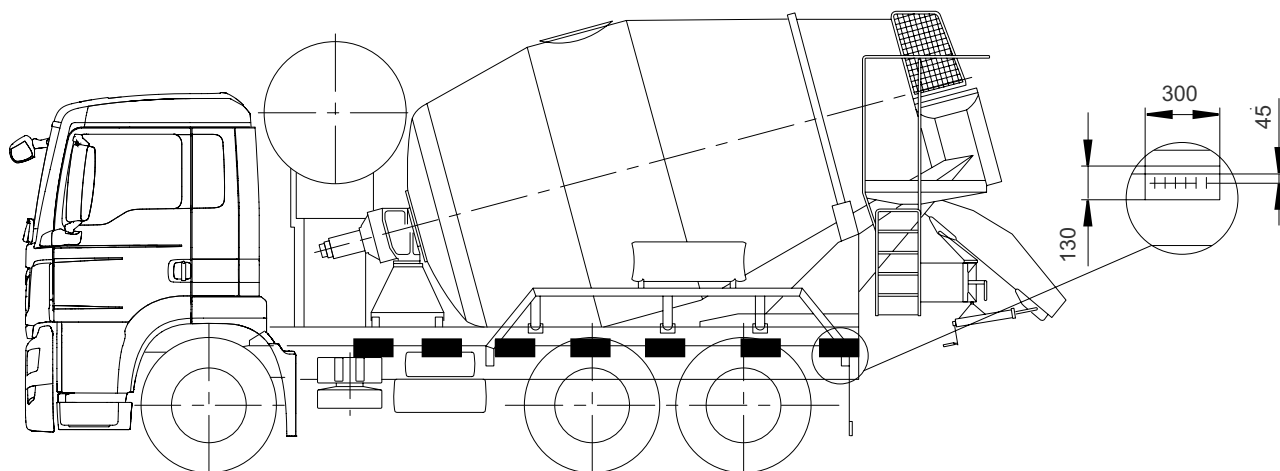
MAN hat Fahrgestelle im Verkaufsprogramm, die für den Aufbau eines Transportmischers vorbereitet sind.

Diese Fahrgestelle sind in den Verkaufsunterlagen am Zusatz „-TM“ für Transportmischer erkennbar.

Die fahrwerksseitigen Anforderungen und die Schubleche sind dann im Lieferumfang enthalten. Fahrgestelle für Transportmischer sind zur Verringerung der Wankneigung mit Stabilisator an beiden Hinterachsen und eigens für den Einsatz mit abgestimmte Federn ausgerüstet. Der Antrieb des Transportmischers erfolgt im Allgemeinen durch den schwungradseitigen Nebenabtrieb (SSNA) am Motor. Nähere Erläuterungen zu Nebenabtrieben siehe separates Heft ‚Nebenabtriebe‘.

Beim Aufbau auf andere Fahrgestelle (z.B. Kipperfahrgestelle) wird vorausgesetzt, dass die Feder- und Stabilisatorausstattung der Achsen und die Schublechanordnung an das vergleichbare Transportmischer-Fahrgestell angepasst wird. Die Schublechanordnung von Kipperfahrgestellen oder Befestigungswinkeln für Ladebrücken sind nicht geeignet zum Aufbau eines Transportmischers. Im Bild 132 ist ein Beispiel für eine Schublechanordnung beim Transportmischer-Fahrgestell dargestellt. Der Aufbau erfolgt auf nahezu gesamter Länge schubstarr, davon ausgenommen ist nur das vordere Hilfsrahmenende vor der Trommellagerung. Die ersten beiden Schubleche müssen im Bereich der vorderen Lagerböcke der Trommel liegen. Für nähere Erläuterungen zu Hilfsrahmenbefestigungen siehe Kapitel 5.3.4 ‚Befestigungen von Hilfsrahmen und Aufbauten‘. Die Stärke der Schubleche sollte 8 mm sein und die Werkstoffqualität mindestens der Qualität von S355J2G3 (St52-3) entsprechen.

**Bild 132:** Transportmischeraufbau ESC-016a



Betonförderbänder und Betonpumpen können nicht ohne weiteres auf serienmäßige Transportmischerfahrgerüste aufgebaut werden. Unter Umständen ist eine andere Hilfsrahmenkonstruktion als die des normalen Mischerhilfsrahmens oder ein Kreuzverband am Rahmenende notwendig (ähnlich wie bei Heckladekranaufbauten, siehe Kapitel 5.4.11, Abschnitt „Hilfsrahmen für Ladekran“). Eine Genehmigung durch MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) ist ebenso unerlässlich wie die Genehmigung des Transportmischer-Herstellers.

#### 5.4.14 Pkw-Transporter

Pkw-Transporter werden in der Regel mit einem wechselbarem Aufbau auf 2-achsige Sattelzugmaschinen aufgebaut. Der Aufbau ist vorn über lösbare Verbindungen und hinten über die Sattelkupplung sowie über zusätzliche Verbindungsmittel befestigt. Die Krafteinleitung aus dem Aufbau in das Fahrzeug, insbesondere die Befestigung des Aufbaus sowie die zugehörigen Verbindungsmittel liegen stets in der Verantwortung des Aufbauherstellers. Die Basis-Sattelzugmaschine ist folgendermaßen auszurüsten, damit ein Betrieb als Pkw-Transporter möglich ist: (Die unten stehenden Ausrüstungsvorgaben beziehen sich ausschließlich auf Basis des Sattel-Kfz, Aufbauten auf Lkw-Fahrgestelle mit langem Radstand sind hier nicht gemeint):

- Keine Freigabe zum Aufbau als Pkw-Transporter für 08S (TGS 18.xxx BLS-TS) und 13S/13X (TGS/TGX 18.xxx LLS-U)
- max. Radstand 3.900 mm
- Als Hinterachsführung ist der 4-Punkt-Lenker der Serien-Sattelzugmaschine möglich (2. Generation in Gussausführung ausschließlich TGS/TGX), wie auch die Niveauregulierung der Sattelzugmaschine (1 Niveauregler)
- Ein Stabilisator an der Vorderachse ist zwingend erforderlich  
Wir empfehlen dringend die Ausrüstung mit ESP für Pkw-Transporter (erhältlich unter Code 307DT bei Typ 06S und 10S)
- Die Fahrzeugart gemäß amtlicher Papieren muss ‚Fahrzeug für Wechselbetrieb‘ sein (wahlweise Einsatz Sattel u. Lkw für Pkw-Transport). Dies entspricht dem Einsatz eines Pkw-Transporters und es ist keine Parametrierung erforderlich. Keinesfalls darf auf Fahrzeugart Lkw umparametriert werden
- Es ist der Sattel-Schlussquerträger mit Bohrbild für Anhängerkupplung zu verwenden (Nr. 81.41250.0141). Ausschließlich dieser ist aufgrund seiner höheren Dicke (9,5 mm) geeignet, die Kräfte aus der hinteren Aufbauverbindung abzustützen (keinesfalls den Sattel-Schlussquerträger mit 5 mm Dicke verwenden).
- Im so genannten ‚zweiten Leben‘ (nach der Verwendung als Pkw-Transporter) ist ausschließlich ein Einsatz als Sattelzugmaschine nicht jedoch als Lkw möglich!

## **6. Elektrik, Elektronik, Leitungen**

### **6.1 Allgemeines**

Das Kapitel ‚Elektrik, Elektronik, Leitungen‘ kann nicht erschöpfend Auskunft zu allen Fragen rund um das Bordnetz moderner Nutzfahrzeuge geben. Weiterführende Informationen zu einzelnen Systemen sind den entsprechenden Reparaturanleitungen zu entnehmen, die über den Ersatzteildienst bezogen werden können. Im Nutzfahrzeug eingebaute Elektrik, Elektronik, Leitungen entsprechen den jeweils gültigen nationalen und europäischen Normen und Richtlinien, die als Mindestanforderung zu beachten sind. MAN-eigene Normen gehen oft erheblich über die Mindestanforderungen nationaler und internationaler Normen hinaus. So sind bei vielen elektronischen Systemen Anpassungen und Erweiterungen vorgenommen worden. MAN setzt aus Qualitätsgründen oder aus Sicherheitsgründen in einigen Fällen die Anwendung der MAN-Normen voraus, dies ist in den entsprechenden Abschnitten jeweils beschrieben. Aufbauhersteller können MAN Normen jeweils über [www.normen.man-nutzfahrzeuge.de](http://www.normen.man-nutzfahrzeuge.de) (Registrierung erforderlich) beziehen. Ein automatischer Austauschdienst findet nicht statt.

### **6.2 Leitungsverlegung, Masseleitung**

Bei MAN-Fahrzeugen wird der Rahmen nicht als Masseleitung zweckentfremdet, mit der Plusleitung ist stets auch eine eigene Masseleitung zum Verbraucher zu verlegen. Massepunkte zum Anschluss von Masseleitungen durch Aufbauhersteller:

- In der Zentralelektrik (Rückseite, siehe Bild 133)
- Hinter der Instrumentierung.
- Am rechten hinteren Motorlager.

Detaillierte Anweisung siehe unten Kapitel 6.5 Zusätzliche Verbraucher.

An den Massepunkten hinter der Zentralelektrik und Instrumentierung dürfen zusammen nicht mehr als 10A (tatsächlicher Strombedarf) abgegriffen werden. Zigarettenanzünder und eventuelle Zusatzsteckdosen haben eigene Leistungsbegrenzungen, diese sind der Betriebsanleitung zu entnehmen.

Die Minusleitung des Aufbauherstellers darf generell am zentralen Massepunkt am Motor und unter folgenden Voraussetzungen am Minuspol der Batterien angeschlossen werden:

- Das Fahrzeug ist mit einem Masseausgleichskabel zwischen Motor und Rahmen ausgerüstet (Serie ab Produktion Januar 2010).
- Die Batterieklemme hat ausreichend Platz für den Anschluss des Massekabels.

### **6.3 Behandlung der Batterien**

#### **6.3.1 Behandlung und Pflege der Batterien**

Es gilt (z.B. für Standzeiten während der Aufbauphase) der Prüf- und Ladezyklus nach Ladekarte/Ladekalender. Die Batteriekontrolle/-ladung ist anhand der mit dem Fahrzeug gelieferten Ladekarte durchzuführen und abzuzeichnen. Schnelllade- und Fremdstartgeräte sind für Erhaltungsladungen nicht zulässig, da deren Anwendung Steuergeräte zerstören kann. Fremdstart von Fahrzeug zu Fahrzeug ist zulässig, dabei nach Betriebsanleitung vorgehen.

Bei laufendem Motor:

- Batterie Hauptschalter nicht ausschalten
- Batterie- bzw. Polklemmen nicht lösen oder demontieren.

## Achtung!

Beim Abklemmen der Batterien und bei Betätigung des Batterie-Hauptschalters unbedingt folgende Reihenfolge beachten:

- alle Verbraucher ausschalten (z.B. Licht aus; Warnblinklicht aus)
- Zündung ausschalten
- Türen schließen
- Nachlaufzeit von 20s abwarten bis die Batterien abgeklemmt werden (Minus-Pol zuerst)
- der elektrische Batterie-Hauptschalter benötigt eine zusätzliche Nachlaufzeit von 15s.

Grund:

Viele Fahrzeugfunktionen werden durch den zentralen Bordrechner (ZBR) gesteuert, der seinen letzten Status erst abspeichern muss, bevor er stromlos gemacht werden darf. Bleiben z.B. die Türen offen, beträgt die Zeitkonstante bis zum geregelten Betriebsende des ZBR 5 Minuten, weil mit dem ZBR auch die Schließfunktionen überwacht werden.

Bei offenen Türen muss deshalb bis zum Abklemmen der Batterien mehr als 5 Minuten gewartet werden, Türen schließen verkürzt die Wartezeit auf 20s. Nichtbeachtung der hier beschriebenen Reihenfolge führt unweigerlich zu Fehlereinträgen in einigen Steuergeräten (z.B. im zentralen Bordrechner ZBR).

## 6.3.2 Behandlung und Pflege von Batterien mit PAG-Technologie

Sind die ab Werk installierten Batterien aufgebraucht, werden durch MAN-Fachwerkstätten ausschließlich wartungsfreie Batterien mit PAG-Technologie eingebaut (PAG= Positive Ag, positive Trägerplatte niedrig silberdotiert). Diese unterscheiden sich von herkömmlichen Batterien durch eine verbesserte Tiefentladefestigkeit, eine längere Lagerfähigkeit und eine verbesserte Stromaufnahme beim Laden.

Die herkömmlichen Verschlussdeckel werden durch ein ‚Charge Eye‘ ersetzt. Der Prüf- und Ladezyklus nach Ladekarte/Ladekalender wird mittels Kontrolle der Charge Eyes durchgeführt, die den Ladezustand durch eine Kugel in der Mitte des Verschlussdeckels farblich anzeigen.

## Achtung!

Die Verschlussdeckel (Charge Eye) der wartungsfreien Batterie dürfen nicht geöffnet werden.

**Tabelle 33:** Anzeige der Charge Eyes

| Anzeige | Batteriezustand                                                                                | Vorgehensweise                                                                    |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Grün    | Korrektter Batteriesäurestand, Säuredichte über 1,21 g/cm <sup>3</sup>                         | Die Batterie ist geladen und in Ordnung, Kontrolle auf der Ladekarte bescheinigen |
| Schwarz | Korrektter Batteriesäurestand, Säuredichte jedoch unter 1,21 g/cm <sup>3</sup>                 | Die Batterie muss geladen werden, Nachladen auf der Ladekarte bescheinigen        |
| Weiß    | Batteriesäurestand zu niedrig, Säuredichte kann über oder unter 1,21 g/ cm <sup>3</sup> liegen | Die Batterie muss ausgetauscht werden                                             |

Eine detaillierte Service Information "SI-Nummer: Nachtrag 2, 114002 Batterie" ist über die MAN Fachwerkstätten erhältlich.

## 6.4 Zusatzschaltpläne und Kabelstrangzeichnungen

Zusatzschaltpläne und Kabelstrangzeichnungen die Aufbauvorbereitungen enthalten oder beschreiben, sind bei MAN (Adresse siehe oben unter „Herausgeber“) erhältlich.

Es liegt in der Verantwortung des Aufbauherstellers, sich zu vergewissern, dass die von Ihm benutzten Unterlagen wie z.B. Schaltpläne und Kabelstrangzeichnungen dem im Fahrzeug verbauten Änderungsstand entsprechen.

Weitere technische Informationen sind den Reparaturanleitungen zu entnehmen.

Diese können über den Ersatzteildienst beschafft werden.

## 6.5 Zusätzliche Verbraucher

Keine Veränderungen bzw. Erweiterungen des Bordnetzes vornehmen!

Dies gilt insbesondere für die Zentralelektrik. Für Schäden, die aufgrund von Veränderungen entstehen, haftet derjenige, der die Veränderung durchführt.

Beim nachträglichen Einbau zusätzlicher elektrischer Verbraucher ist zu beachten:

- In der Zentralelektrik sind keine freien Sicherungen zur Verwendung für den Aufbauhersteller vorhanden, zusätzliche Sicherungen können in einem vorbereiteten Kunststoffhalter befestigt werden der sich vor der Zentralelektrik befindet.
- Keine vorhandenen Stromkreise der Bordelektrik anzapfen, kein Anschließen weiterer Verbraucher an bereits belegten Sicherungen.
- Jeder eingebrachte Stromkreis muss ausreichend dimensioniert und über eigene Sicherungen abgesichert werden. Die Dimensionierung der Sicherung soll den Schutz der Leitung gewährleisten und nicht den des daran gekoppelten Systems.

Elektrische Systeme müssen einen ausreichenden Schutz gegen alle möglichen Störungen gewährleisten, ohne die Fahrzeugelektrik zu beeinflussen. Die Rückkopplungsfreiheit ist stets zu gewährleisten.

Bei der Dimensionierung des Leiterquerschnittes sind der Spannungsabfall und die Erwärmung des Leiters zu berücksichtigen.

Wegen der zu geringen mechanischen Festigkeit sind Querschnitte unter 1 mm<sup>2</sup> zu vermeiden.

Minus- und Plusleitung müssen den gleichen Mindestquerschnitt aufweisen.

Stromabnahmen für 12-V-Geräte sind nur über Spannungswandler zu realisieren. Die Abnahme an nur einer Batterie ist nicht zulässig, weil ungleichmäßige Ladungszustände zur Überladung und Schädigung der jeweils anderen Batterie führen.

Bei hohem Leistungsbedarf durch zusätzliche Verbraucher (z.B. elektrohydraulische Ladebordwand) oder bei Einsatz unter extremen klimatischen Bedingungen setzen wir Batterien größerer Kapazität voraus. Zur Erhöhung der Versorgungsleistung ist bereits ab Werk die Ausstattung mit einem größeren Generator möglich. Baut der Aufbauhersteller größere Batterien ein, ist der Querschnitt der Batterieanschlusskabel der neuen Leistungsabnahme anzupassen.

Bei direktem Anschluss von Verbrauchern an Klemme 15 (Bolzen 94 der Zentralelektrik siehe Bild 133) kann es vorkommen, dass es durch eine Rückbestromung in das Bordnetz zu Einträgen in die Fehlerspeicher von Steuergeräten kommt.

Verbraucher sind deshalb, gemäß nachfolgender Beschreibung anzuschließen.

### Spannungsversorgung Klemme 15

Grundsätzlich ein Relais einbauen, das über Klemme 15 (Bolzen 94) angesteuert wird. Die Last muss über eine Sicherung an Klemme 30 (Bolzen 90-1, 90-2 und 91, Zentralelektrik Rückseite) angeschlossen werden (siehe Bild 133). Die maximale Last darf 10 Ampere nicht überschreiten.

### Spannungsversorgung Klemme 30

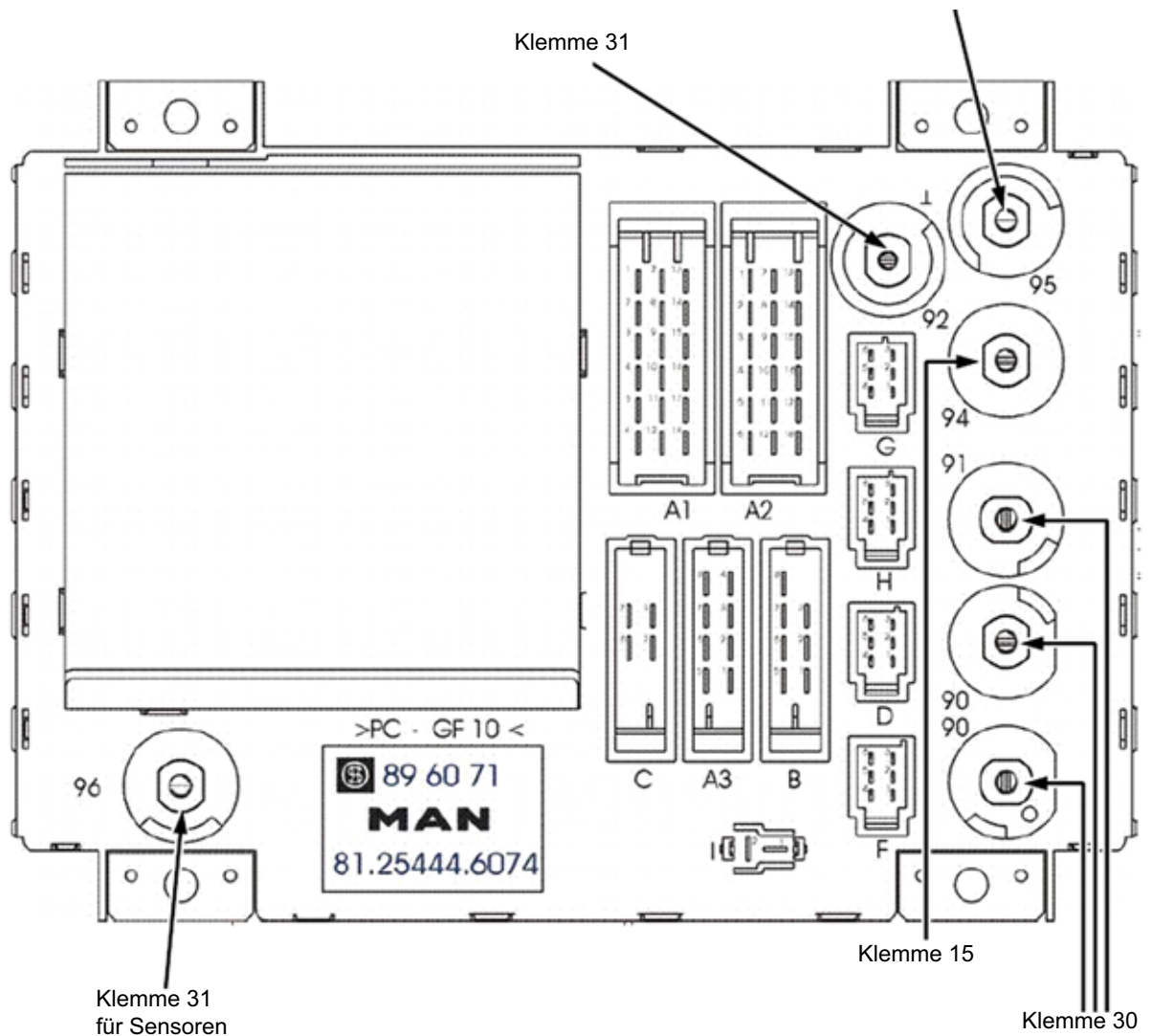
- Bei einer maximalen Last bis 10 Ampere über eine Sicherung direkt an Klemme 30 (Bolzen 90-1, 90-2 und 91, siehe Bild 133 Zentralelektrik, Rückseite) anschließen.
- Bei einer Last >10 Ampere über eine Sicherung direkt an die Batterien anschließen.

### Spannungsversorgung Klemme 31

- Nicht an die Batterien anschließen, sondern an den Massepunkten innerhalb (siehe Bild 133 Zentralelektrik, Rückseite) und außerhalb (linkes hinteres Motorlager) des Fahrerhauses.

**Bild 133:** Zentralelektrik, Rückseite ESC-720

Serienmäßig ist hier keine Leitung angeschlossen, der Bolzen kann jedoch  
- mit einer Brücke auf Bolzen 94 -  
als zusätzlicher Anschlussbolzen für Klemme 15 verwendet werden.





## 6.6 Beleuchtungsanlage

Wird die lichttechnische Einrichtung (Beleuchtungsanlage) geändert, erlischt die Teilbetriebserlaubnis nach EG-Richtlinie 76/756/EWG inkl. Änderung 97/28/EG. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn die Anordnung der Beleuchtungsanlage maßlich verändert oder eine Leuchte durch eine andere, von MAN nicht freigegebene, ersetzt wird. Für die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften ist der Aufbauhersteller verantwortlich. Insbesondere die in LED-Technik ausgeführten Seitenmarkierungsleuchten nicht mit anderen Leuchten erweitern, dies führt zur Zerstörung des ZBR (zentraler Bordrechner)!

Die maximale Belastung der Beleuchtungsstrompfade ist zu beachten.

Der Einbau von stärkeren Sicherungen als in der Zentralelektrik jeweils angegeben, ist nicht zulässig.

Folgende Richtwerte sind als Maximalwerte zu berücksichtigen:

**Tabelle 34:** Strompfade Beleuchtung

| Standlicht             | 5 A    | je Seite              |
|------------------------|--------|-----------------------|
| Bremslicht             | 4x21 W | ausschließlich Lampen |
| Fahrtrichtungsanzeiger | 4x21 W | ausschließlich Lampen |
| Nebelschlussleuchten   | 4x21 W | ausschließlich Lampen |
| Rückfahrlicht          | 5 A    | insgesamt             |

Der Begriff „ausschließlich Lampen“ weist darauf hin, dass diese Strompfade von dem Zentralen Bordrechner auf Fehler überwacht werden, die dann zur Anzeige gebracht werden. Der Einbau von LED-Beleuchtungselementen, die nicht von der MAN freigegeben sind, ist verboten.

Beachten Sie, dass bei MAN-Fahrzeugen eine Masseleitung verwendet wird, eine Rückführung über den Rahmen ist nicht zulässig (siehe auch Abschnitt 6.2 Leitungsverlegung, Masseleitung).

Nach erfolgter Aufbaumontage muss die Grundeinstellung der Scheinwerfer neu festgelegt werden.

Dies muss auch bei Fahrzeugen mit Leuchtweitenregulierung direkt an den Scheinwerfern vorgenommen werden, da eine Verstellung mit dem Regler nicht die Grundeinstellung am Fahrzeug ersetzt. Erweiterungen oder Änderungen an der Beleuchtungsanlage müssen in Absprache mit der nächsten Servicestelle mit MAN-cats® vorgenommen werden, da eine Anpassung von Parametern der Bordelektronik mittels MAN-cats® erforderlich werden kann, siehe auch Abschnitt 6.10.2.

## 6.7 Elektromagnetische Verträglichkeit

Aufgrund der Wechselwirkung zwischen den verschiedenen elektrischen Bauteilen, elektronischen Systemen, dem Kraftfahrzeug und der Umwelt ist die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) zu prüfen.

Alle Systeme in MAN-Nutzfahrzeugen erfüllen die Anforderungen nach MAN-Norm M 3285, erhältlich über [www.normen.man-nutzfahrzeuge.de](http://www.normen.man-nutzfahrzeuge.de) (Registrierung erforderlich).

MAN-Fahrzeuge erfüllen bei der Auslieferung ab Werk die Anforderungen der EG-Richtlinie 72/245/EWG einschließlich 95/54/EG und deren Änderung 2004/104/EG. Sämtliche Geräte die vom Aufbauhersteller am Fahrzeug angebracht werden (Definition der Geräte nach 89/336/EWG), müssen den jeweils gültigen gesetzlichen Vorschriften entsprechen. Der Aufbauhersteller ist für die EMV seiner Komponente bzw. seines Systems verantwortlich. Nach dem Einbau von elektrischen/elektronischen Systemen oder Komponenten ist der Aufbauhersteller verantwortlich, dass das Fahrzeug weiterhin den aktuellen gesetzlichen Vorschriften entspricht. Die Rückkopplungsfreiheit der Aufbauelektrik/-elektronik gegenüber dem Fahrzeug ist stets zu gewährleisten, vor allem wenn aufbauseitige Störungen den Betrieb von Mauterfassungsgeräten, Telematikgeräten, Telekommunikationseinrichtungen oder anderen Fahrzeugausstattungen beeinflussen können.

## 6.8 Funkgeräte und Antennen

Sämtliche Geräte die am Fahrzeug angebracht werden, müssen den jeweils gültigen gesetzlichen Vorschriften entsprechen. Alle funktechnischen Einrichtungen (wie z.B. Funkanlagen, Mobiltelefone, Navigationssysteme, Mauterfassungsgeräte usw.) sind fachgerecht mit Außenantennen zu versehen.

Fachgerecht heißt:

- Funktechnische Einrichtungen, z.B. eine Funkfernsteuerung für Aufbaufunktionen dürfen zu keiner Beeinflussung der Nutzfahrzeugfunktionen führen.
- Bereits vorhandene Leitungen nicht versetzen oder für zusätzliche Zwecke benutzen.
- Eine Nutzung als Stromversorgung ist nicht erlaubt (Ausnahme: freigegebene MAN-Aktiv-Antennen und deren Zuleitungen).
- Beeinträchtigungen des Zuganges zu anderen Fahrzeugkomponenten bei Wartungs- und Reparaturmaßnahmen dürfen nicht entstehen.
- Bei Bohrungen im Dach sind die von MAN vorgesehenen Positionen zu nutzen, und das dafür freigegebene Montagematerial (wie z.B. Schabenut-Schneidmutter, Dichtungen) zu verwenden.

Über den Ersatzteildienst können die von MAN freigegebenen Antennen, Leitungen, Kabel, Buchsen und Stecker bezogen werden.

Nach Anhang I der EU-Rats-Richtlinie 72/245/EWG in der Fassung 2004/104/EG wird vorgeschrieben, dass mögliche Anbauorte von Sendeantennen, zulässige Frequenzbänder und die Sendeleistung zu veröffentlichen sind.

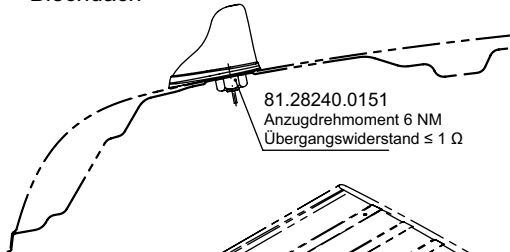
Für folgende Frequenzbänder ist die fachgerechte Montage an den von MAN vorgeschriebenen Befestigungspunkten (siehe Bild 134) auf dem Fahrerhausdach zulässig.

**Tabelle 35:** Frequenzbänder mit zul. Montageort Dachbefestigung

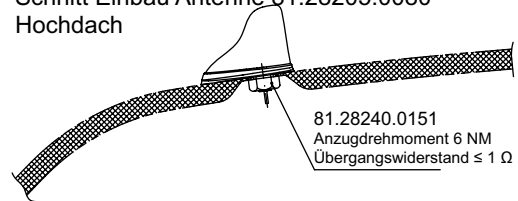
| Frequenzband | Frequenzbereich           | max. Sendeleistung |
|--------------|---------------------------|--------------------|
| Kurzwelle    | < 50 MHz                  | 10 W               |
| 4 m-Band     | 66 MHz bis 88 MHz         | 10 W               |
| 2 m-Band     | 144 MHz bis 178 MHz       | 10 W               |
| 70 cm Band   | 380 MHz bis 480 MHz       | 10 W               |
| GSM 900      | 880 MHz bis 915 MHz       | 10 W               |
| GSM 1800     | 1.710,2 MHz bis 1.785 MHz | 10 W               |
| GSM 1900     | 1.850,2 MHz bis 1.910 MHz | 10 W               |
| UMTS         | 1.920 MHz bis 1.980 MHz   | 10 W               |

**Bild 134:** Einbauorte Antennen ESC-560

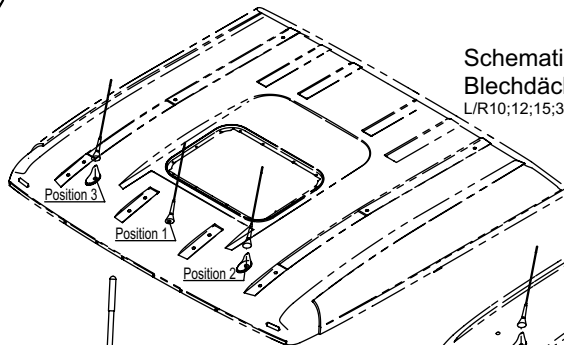
Schnitt Einbau Antenne 81.28205.0080  
Blehdach



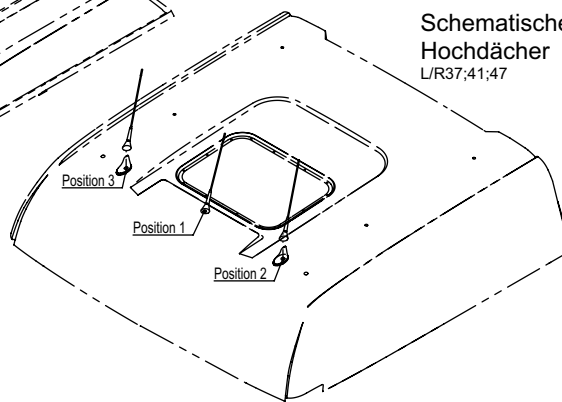
Schnitt Einbau Antenne 81.28205.0080  
Hochdach



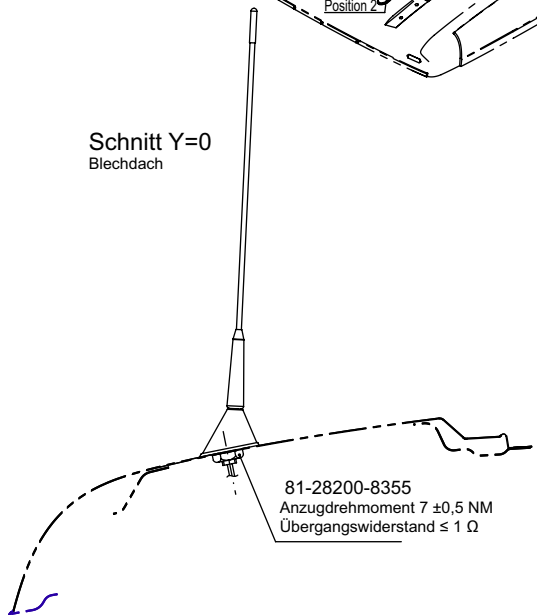
Schematische Darstellung  
Blehdächer  
L/R10;12;15;32;40



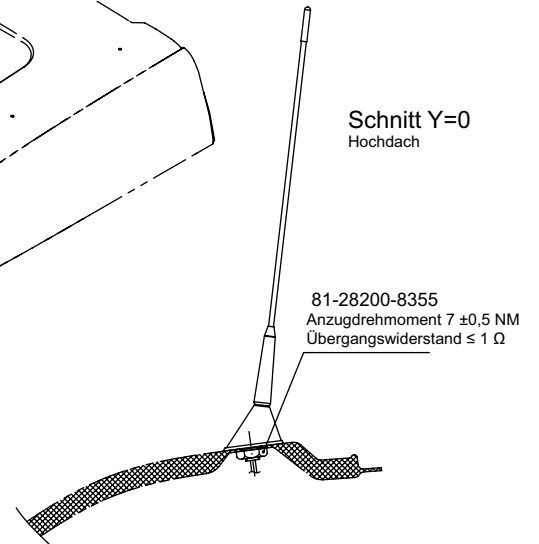
Schematische Darstellung  
Hochdächer  
L/R37;41;47



Schnitt Y=0  
Blehdach



Schnitt Y=0  
Hochdach



| Benennung              | Sachnummer    | Position | Antenne sh. Stückliste Elektrik     |
|------------------------|---------------|----------|-------------------------------------|
| Einbau Antenne         | 81.28205.8001 | Pos. 1   | Radioantenne                        |
| Einbau Antenne         | 81.28205.8002 | Pos. 1   | Radioantenne + D -u. E-Netz         |
| Einbau Antenne         | 81.28205.8003 | Pos. 1   | Radioantenne + D -u. E-Netz + GPS   |
| Einbau Funkantenne LL  | 81.28200.8370 | Pos. 2   | CB - Funkantenne                    |
| Einbau Funkantenne RL  | 81.28200.8371 | Pos. 3   |                                     |
| Einbau Funkantenne LL  | 81.28200.8372 | Pos. 2   | Bündelfunkantenne                   |
| Einbau Funkantenne RL  | 81.28200.8373 | Pos. 3   |                                     |
| Einbau Funkantenne LL  | 81.28200.8374 | Pos. 2   | Funkantenne 2m Band                 |
| Einbau Funkantenne RL  | 81.28200.8375 | Pos. 3   |                                     |
| Einbau Antenne LL      | 81.28200.8377 | Pos. 3   | GSM- und GPS-Antenne für Mautsystem |
| Einbau Antenne RL      | 81.28200.8378 | Pos. 2   |                                     |
| Einbau Funkantenne LL  | 82.28200.8004 | Pos. 2   | CB - Funk- und Radioantenne         |
| Einbau Kombiantenne RL | 81.28205.8005 | Pos. 3   | GSM+D u. E-Netz+GPS+CB-Funkantenne  |
| Einbau Kombiantenne LL | 81.28205.8004 | Pos. 2   |                                     |

## 6.9 Schnittstellen am Fahrzeug, Aufbauvorbereitungen

Außer über die von MAN bereitgestellten Schnittstellen (z.B. für Ladebordwand, für Start-/Stoppeinrichtung, für Zwischendrehzahlregelung, FMS-Schnittstelle) sind Eingriffe in das Bordnetz nicht erlaubt. Der Abgriff von CAN-Bussen ist untersagt, Ausnahme ist der Aufbau-CAN-Bus, siehe TG-Schnittstelle des Steuergerätes für den externen Datenaustausch (KSM). Die Schnittstellen sind im Heft „Schnittstellen TG“ vollständig dokumentiert. Wenn ein Fahrzeug mit Aufbauvorbereitungen (z.B. Start-Stopp-Einrichtung am Rahmenende) bestellt wird, sind diese ab Werk verbaut und teilweise angeschlossen. Die Instrumentierung ist entsprechend der Bestellung vorbereitet. Der Aufbauhersteller muss sich vor Inbetriebnahme der Aufbauvorbereitungen vergewissern, dass er die jeweils gültigen Schaltpläne und Kabelstrangzeichnungen verwendet (siehe auch Abschnitt 6.4). Für die Überführung des Fahrzeuges zum Aufbauhersteller sind von MAN Transportsicherungen eingebaut (an den Schnittstellen hinter der Frontklappe auf der Beifahrerseite). Zur Inbetriebnahme der jeweiligen Schnittstelle sind die Transportsicherungen fachgerecht zu entfernen. Nachrüstung von Schnittstellen und/oder Aufbauvorbereitungen sind oft nur mit hohem Aufwand und unter Hinzuziehung eines Elektronikspezialisten der MAN-Serviceorganisation durchführbar.

### Abnahme D+ Signal (Motor läuft)

**Achtung: D+ darf bei TG-Fahrzeugen nicht vom Generator abgegriffen werden.**

Neben den an der KSM-Schnittstelle zur Verfügung gestellten Signalen und Informationen besteht die Möglichkeit das D + Signal wie folgt abzugreifen: Der Zentrale Bordrechner (ZBR) stellt ein Signal „Motor läuft“ (+ 24V) zur Verfügung. Dieses kann direkt am ZBR (Stecker F2 Pin 17) abgegriffen werden.

Die maximale Belastung dieses Anschlusses darf 1 Ampere nicht überschreiten. Zu beachten ist, dass hier auch interne Verbraucher angeschlossen sein können, die Rückwirkungsfreiheit an diesem Anschluss ist zu gewährleisten.

### Datenfernübertragung „Remote Download (RDL)“ von Informationen des Massenspeichers von digitalen Fahrtenschreibern und der Daten der Fahrerkarte.

MAN unterstützt die herstellerübergreifende Datenfernübertragung von Informationen des Massenspeicher von digitalen Fahrtenschreibern und der Daten der Fahrerkarte (RDL = remote download). Die Schnittstelle hierzu ist im Internet auf [www.fms-standard.com](http://www.fms-standard.com) veröffentlicht.

## 6.9.1 Elektrische Schnittstelle Ladebordwand

Siehe Kapitel „Ladebordwand“.

## 6.9.2 Motor-Start-Stopp Einrichtung

Die „Motor-Start-Stopp-Einrichtung“ ermöglicht es den Fahrzeugmotor über eine Fernsteuerung oder über einen Schalter außerhalb vom Fahrerhaus zu starten oder zu stoppen.

Die „Motor-Start-Stopp-Einrichtung“ ist ein von der ZDR-Schnittstelle unabhängiges System und muss separat bestellt werden.

Ab Werk sind allgemein folgende Varianten der „Motor-Start-Stopp- Einrichtung“ verfügbar:

- Motor-Start- Stopp-Einrichtung unter der Frontklappe (Vorbereitung)
- Motor-Start- Stopp-Einrichtung am Motor
- Motor-Start- Stopp-Einrichtung am Rahmenende (Vorbereitung)

Ist eine Variante im Ausstattungsumfang eines Fahrzeuges nicht vorhanden, so kann die „Motor-Start-Stopp -Einrichtung“ nachträglich eingebaut werden. Dabei ist darauf zu achten, dass sowohl die originalen MAN Kabelstränge als auch die dokumentierten Anschlussmöglichkeiten und Einbauorte verwendet werden.

Zudem gibt es die Möglichkeit die „Motor-Start-Stopp-Einrichtung“ mittels des CAN-Datenbusses zu realisieren. Voraussetzung hierfür ist, dass ab Werk das Kundensondermodul (KSM) im Fahrzeug verbaut ist. Weiterführende Hinweise, Anschluss- und Signalbeschreibungen sind im separaten Aufbaurichtlinienheft „Schnittstellen TG“ zu finden.

Eine spezielle Parametrierung ist für die Motor-Start-Stopp Funktionalität nicht erforderlich.

Bei der Realisierung einer Verschaltung des Aufbauherstellers ist die Bezeichnung Motor-Start-Stopp zu gebrauchen. Diese Bezeichnung ist nicht mit dem Begriff Not-Aus zu verwechseln.

### 6.9.3 Geschwindigkeitssignal abnehmen

**Achtung!** Sämtliche Arbeiten am Tachografen sind bei ausgeschalteter Zündung vorzunehmen, um Fehlereinträge im Steuergerät zu vermeiden! Es ist möglich das Geschwindigkeitssignal des Tachografen abzunehmen. Dabei ist sicherzustellen, dass die Belastung des entsprechenden Pins 1 mA nicht übersteigt! Dies entspricht in der Regel zwei angeschlossenen Peripheriegeräten.

Sollte diese Abgriffmöglichkeit nicht ausreichen, sind Impulsverteiler mit der MAN Sachnummer:  
81.25311-0022 (3 • v-Impuls Ausgang, max. Belastung 1mA für jeden Ausgang) oder  
88.27120-0003 (5 • v-Impuls Ausgang, max. Belastung 1mA für jeden Ausgang) anzuschließen.

Möglichkeiten zum Abgriff des ‚B7-Signals‘ = Geschwindigkeitssignal:

- 1) Am Stecker B / Pin 7 oder PIN 6 an der Rückseite des Tachografen
- 2) An der 3-poligen Steckverbindung X 4366, Kontakt 1. Die Steckverbindung befindet sich hinter einer Abdeckung auf der fahrerseitigen A-Säule im Bereich des Fahrerfußraums.
- 3) An der 2-poligen Steckverbindung X4659, Kontakt 1 oder 2, die Steckverbindung befindet sich hinter der Zentralelektrik.
- 4) An der werksseitig verbauten Schnittstelle mit kundenspezifischem Steuermodul ab STEP1 (siehe Heft Schnittstelle TG Kapitel 4.3).

### 6.9.4 Rückfahrsignal abnehmen

Das Rückfahrsignal kann bei Fahrzeugen der Baureihe TGS/ TGX über mehrere Möglichkeiten am Fahrzeug abgegriffen werden. Das Rückfahrsignal kann über den 2-poligen Stecker X1627 am Pin 1 oder Pin2 der Leitung 71300 abgenommen werden. Dieser befindet sich im Bereich der Zentralelektrik. Es zu beachten, dass die Belastung der Schnittstelle für das Rückfahrsignal einen zulässigen Wert von 100mA nicht überschreiten darf.

Über das Kundensondermodul (KSM) ist der Abgriff des Rückfahrsignal ebenfalls durchführbar. Voraussetzung hierfür ist, dass ab Werk das Kundensondermodul (KSM) im Fahrzeug verbaut ist. Weiterführende Hinweise, Anschluss- und Signalbeschreibungen sind im separaten Aufbaurichtlinienheft „Schnittstellen TG“ zu finden.

**Achtung!** Sämtliche Arbeiten sind bei ausgeschalteter Zündung oder Abgeklemmter Batterie vorzunehmen. Neben den Unfallverhütungsvorschriften (UVV) sich auch die länderspezifischen Richtlinien und Gesetze zu beachten.

## 6.10 Elektronik

Bei den Baureihen TGS und TGX wird eine Vielzahl elektronischer Systeme zur Regelung, Steuerung und Überwachung von Fahrzeugfunktionen eingesetzt. Das elektronische Bremssystem (EBS), die elektronische Luftfederung (ECAS) und die elektronische Dieseleinspritzung (EDC) sind einige Beispiele.

Eine vollständige Vernetzung der Geräte untereinander gewährleistet, dass Messwerte gleichermaßen von allen Steuergeräten benutzt werden können. Dies führt zur Reduzierung von Sensoren, Leitungen und Steckverbindungen und damit zur Reduzierung von Fehlerquellen. Die Netzwerkleitungen sind im Fahrzeug an der Verdrillung erkennbar.

Es werden parallel mehrere CAN-Bussysteme eingesetzt, so lassen sie sich optimal an ihre jeweiligen Aufgaben anpassen.

Alle Datenbussysteme sind zur exklusiven Nutzung durch die MAN-Fahrzeugelektronik vorgesehen, ein Zugriff auf diese Bussysteme ist untersagt, Ausnahme ist der Aufbauher-CAN-Bus, siehe TG-Schnittstelle des Steuergerätes für den externen Datenaustausch (KSM).

### 6.10.1 Anzeige- und Instrumentierungskonzept

Das Kombiinstrument im TGS/TGX ist im Steuergeräteverbund über ein CAN-Bussystem eingebunden.

Im Zentraldisplay erfolgt eine direkte Fehleranzeige mit Klartext oder Fehlercode. Die Instrumentierung erhält per CAN-Botschaft sämtliche Informationen die zur Anzeige gebracht werden. Statt Glühbirnen finden nur langlebige Leuchtdioden Verwendung.

Die Symbolscheibe ist fahrzeugspezifisch ausgelegt, d. h. nur bestellte Funktionen und Vorbereitungen sind tatsächlich vorhanden.

Wenn nachträglich Funktionen in das Fahrzeug eingebaut werden die zur Anzeige gebracht werden sollen

(z.B. Nachrüstung von Ladebordwand, Gurtstraffer, Kipperanzeige), ist eine Neuparametrierung mit MAN-cats® notwendig und eine angepasste Symbolscheibe entsprechend der neuen Parametrierung über den MAN-Ersatzteildienst zu bestellen.

Für Aufbauhersteller besteht auf diesem Weg die Möglichkeit, aufbauseitige Funktionen wie z.B. Ladebordwand oder Kipperbetrieb im Fahrzeug zu parametrieren und die Instrumentierung bei der Fahrzeugmontage mit den erforderlichen Symbolen zu bestücken. Es ist weder möglich Aufbauherstellerfunktionen ‚auf Vorrat‘ zu integrieren, noch erlaubt, dass der Aufbauhersteller im Zentraldisplay eigene Funktionen einbringt oder Signale auf der Rückseite der Instrumentierung anzapft.

### 6.10.2 Diagnosekonzept und Parametrierung mit MAN-cats®

MAN-cats® ist in der 2. Generation das MAN-Werkzeug für Diagnose und Parametrierung der elektronischen Systeme im Fahrzeug.

MAN-cats® ist deshalb in allen MAN-Servicestellen im Einsatz. Wenn der Aufbauhersteller oder Kunde bereits bei der Fahrzeugbestellung den gewünschten Brancheneinsatz oder die Aufbauart übermitteln kann (z.B. für die ZDR-Schnittstelle werden diese bereits ab Werk per EOL-Programmierung (EOL = end of line, Programmierung am Bandende) in das Fahrzeug eingespielt.

Der Einsatz von MAN-cats® ist dann erforderlich, wenn diese Parameter geändert werden sollen.

Die Elektronikspezialisten der MAN-Servicestellen haben die Möglichkeit, auf Systemspezialisten im MAN-Werk zurückzugreifen, um bei bestimmten Eingriffen am Fahrzeug die entsprechenden Freigaben, Genehmigungen und Systemlösungen zu erhalten.

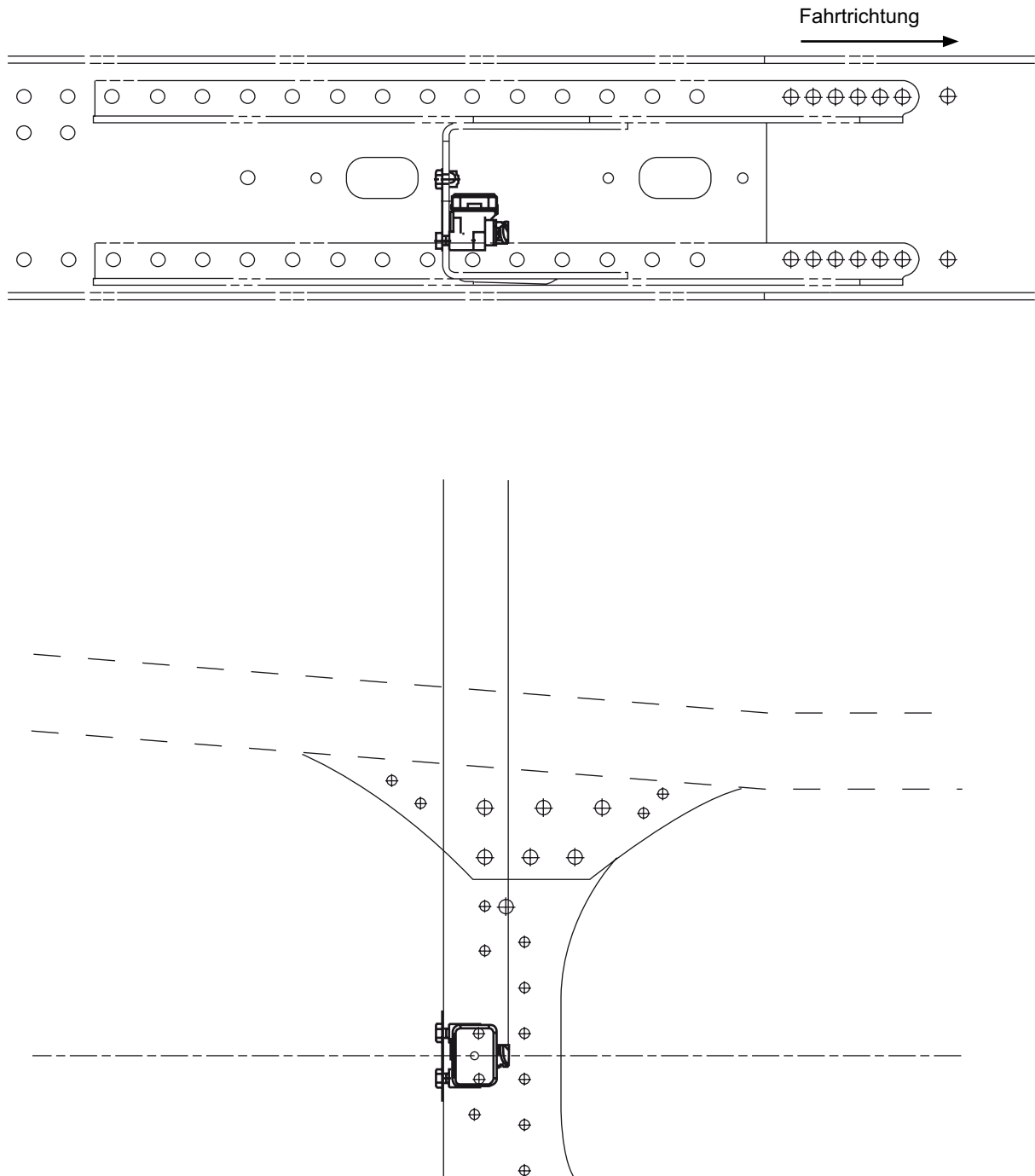
### 6.10.3 Parametrierung der Fahrzeugelektronik

Bei genehmigungspflichtigen oder sicherheitskritischen Änderungen am Fahrzeug, erforderlicher Anpassung des Fahrgestells an den Aufbau, Umbaumaßnahmen oder Nachrüstungen ist über einen MAN-cats® Spezialisten der nächsten MAN-Servicestelle vor dem Beginn der Arbeiten abzuklären, ob eine neue Fahrzeugparametrierung erforderlich ist.

#### 6.10.4 ESP-Gierratensensor

Die Position und die Befestigung des Gierratensensors und seine Befestigung darf nicht verändert werden.

**Bild 135:** Beispiel eines Einbaus ESP-Gierratensensor ESC-561



### 6.10.5 Notbremsassistent (Emergency Brake Assist)

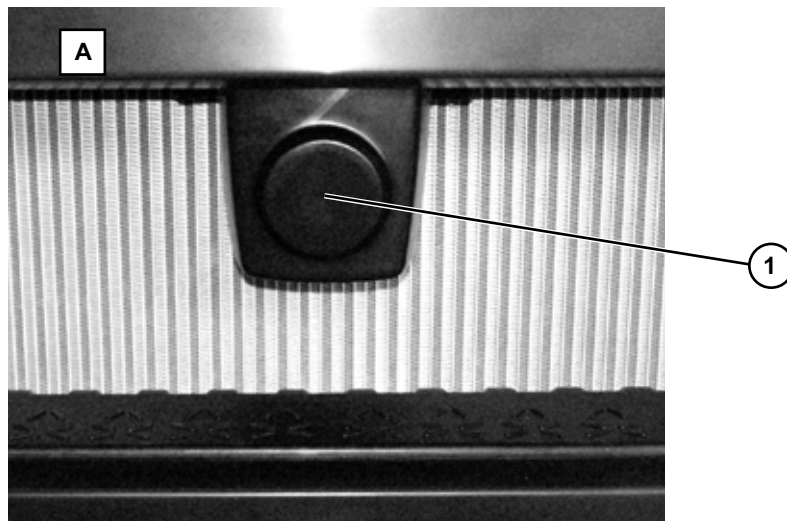
Der Notbremsassistent (engl. Emergency Brake Assist – EBA) ist ein Fahrer- / Bremsassistentensystem. Er warnt den Fahrer vor einem möglichen Auffahrunfall und leitet Maßnahmen ein, wenn eine Gefahrensituation erkannt wird. Falls notwendig greift der EBA selbstständig in das Bremssystem ein um eine Kollision zu vermindern oder komplett zu vermeiden.

Der EBA erhält die Informationen über das Vorfeld des Fahrzeugs von einem im Stoßfänger untergebrachten Radarsensor (siehe Bild 136 Detail A).

**Bild 136:** Fahrerhausfront mit Einbauort des Radarsensors am Beispiel EfficientLine Fahrzeuges ESC-565



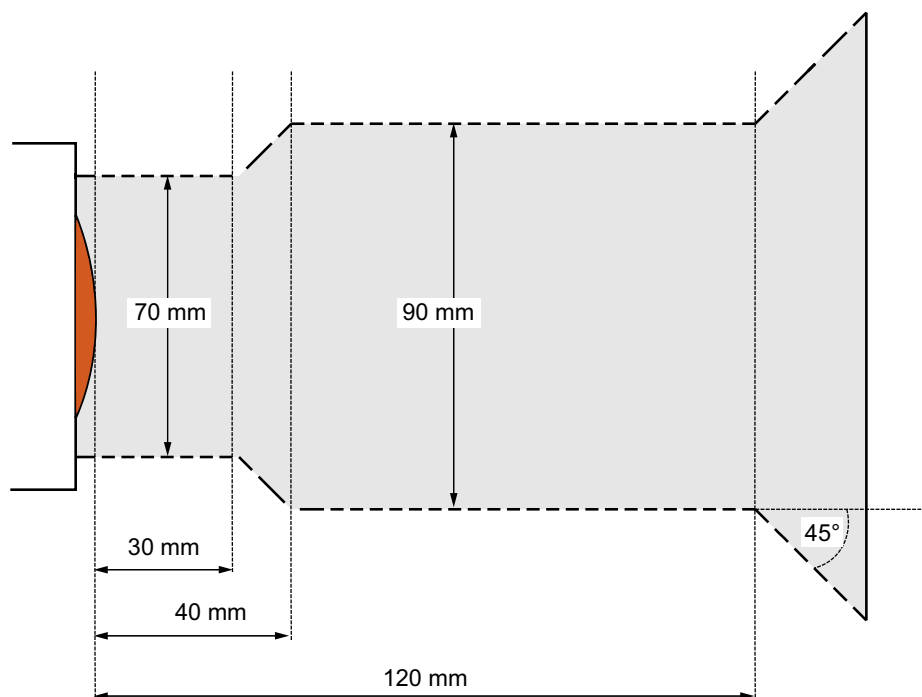
**Bild 137:** Fahrerhausfront Detail A (Radarssensor mit Abdeckung) ESC-566



Der Radarsensor ist ein sicherheitsrelevantes Bauteil und befindet sich hinter einer Abdeckung (siehe Abbildung 137 Position 1) im Bereich der Auftrittfläche der Fahrzeugfront. Für einen störungsfreien Betrieb des EBA sind nachfolgende Hinweise unbedingt zu beachten.

Während des Betriebes von Fahrzeugen mit EBA ist zu beachten, dass der Radarsensor weder temporär noch dauerhaft verdeckt werden darf. Der Erfassungsbereich des Sensors wird eingeschränkt, sobald (Front-) Anbauteile den Radarbereich teilweise oder vollständig verdecken. Die nachfolgende Abbildung zeigt den minimal freizuhaltenden Sichtbereich des Radarsensors.

**Bild 138:** Sichtbereich Radarsensor ESC-562



Achtung: Bei Fahrzeugen bei denen der Bereich des Radarsensors durch Anbauten und / oder anderen Bauteilen (zum Beispiel Winterdienstplatte, Seilwindenanbau, sonstige Abdeckungen oder Platten aller Art etc.) dauerhaft oder temporär verdeckt wird, muss die EBA und ACC Funktionalität per Umrüstdatenfile dauerhaft deaktiviert werden.

Auch ist es während des Betriebes zu vermeiden, dass flexible Fahrzeug-/ Anbauteile (Kabel, Schläuche, Seile oder ähnliches) in den Sichtbereich des Sensors kommen.

Weiterhin ist für einen fehlerfreien Betrieb des EBA zu beachten, dass

- die werkseitig festgelegte Position des Radarsensors, dessen Abdeckung sowie der Halterung beibehalten werden muss.
- weder Position, noch Lage, Material- oder Oberflächeneigenschaften (bekleben, schleifen, lackieren usw.) verändert werden dürfen.
- die Halterung inklusive der Befestigung des Radarsensors nicht gelöst oder verändert werden darf.
- ein Befestigen anderer Bauteile oder Leitungen an dem Sensorhalter nicht zulässig ist.
- Änderungen und Eingriffe am Kabelstrang nicht zulässig sind.

Lässt sich ein Lösen der Befestigung oder ein Entfernen des Radarsensors aufgrund von Wartungs- oder Reparaturarbeiten nicht verhindern, gelten für die Wiedermontage zusätzlich folgende Vorgaben:

- Der Radarsensor inkl. Halterung und Abdeckung muss wieder an der werksseitig festgelegte Position befestigt werden.
- Es sind ausschließlich MAN-Original Teile zur Befestigung oder Ersatz zu verwenden.
- Eine Justierung des Sensors muss durch eine MAN Service-Werkstatt durchgeführt werden.

Der EBA warnt den Fahrer unter anderem akustisch sobald eine Kollisionsgefahr erkannt wurde. Um die akustische Warnung sicherzustellen, müssen die original MAN Lautsprecher (Dual Coil Speaker) verbaut bleiben.

Sobald der Notbremsassistent in das Bremssystem eingreift werden die Bremsleuchten aktiviert, um den Nachfolgenden Verkehr zu warnen. Eine Veränderung der werksseitig verbauten Rückleuchten oder ein Austausch durch nicht seitens MAN freigegebene Rückleuchten ist daher nicht zulässig. Weitere Hinweise zur Beleuchtungsanlage sind im Kapitel 6.6 „Beleuchtungsanlage“ zu finden.

Nach Umbaumaßnahmen an der Hinterachse / den Hinterachsen, am Fahrzeughauptrahmen sowie bei Umbereifungen und bei Anbau von Zusatzachsen ist der Sensor durch entsprechend geschultes Personal / MAN Service Niederlassung zu justieren.

Nach Abschluss der Umbauarbeiten ist die Parametrierung der Fahrzeugelektronik zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen.

## 7. Nebenabtriebe → siehe separates Heft

## 8. Bremsen, Leitungen

Die Bremsanlage zählt zu den wichtigsten Sicherheitsbaugruppen des Lkw. Änderungen der gesamten Bremsanlage einschließlich der Leitungen dürfen nur von entsprechend geschultem Personal ausgeführt werden. Nach jeder Änderung ist eine komplette Sicht-, Hör-, Funktions- und Wirkungsprüfung der gesamten Bremsanlage durchzuführen.

### 8.1 ALB, EBS-Bremse

Durch das EBS ist eine Prüfung der ALB-Einstellung durch den Aufbauhersteller hinfällig, eine Einstellung kann auch nicht vorgenommen werden. Eine Prüfung ist allenfalls im Rahmen der turnusmäßigen Überwachung der Bremsanlage (in Deutschland SP und §29 StVZO) erforderlich. Ist eine solche Bremsenprüfung nötig, dann ist eine Spannungsmessung mittels Diagnosesystem MAN-cats® vorzunehmen oder die Winkelstellung des Gestänges am Achslastsensor optisch zu prüfen.

Die EBS nutzt bei luftgefederten Fahrzeugen das auf dem CAN gesendete Achslastsignal der ECAS. Bei Umbauten muss darauf geachtet werden, dass diese Achslastinformationen nicht beeinträchtigt werden.

Keinesfalls den Stecker am Achslastsensor abziehen. Vor dem Austausch von Blattfedern, z.B. durch Blattfedern anderer Traglast, ist mit der MAN-Werkstatt zu klären, ob eine neue Parametrierung des Fahrzeuges erforderlich ist, um die korrekte ALB-Einstellung vornehmen zu können.

### 8.2 Brems- und Druckluftleitungen

#### 8.2.1 Grundsätze

- Polyamidrohre (= PA-Rohre) sind unbedingt:
  - von Heizquellen fernzuhalten
  - scheuerfrei zu verlegen
  - spannungsfrei
  - und ohne Knick zu verlegen.
- Es dürfen nur PA-Rohre nach DIN 74324 Teil 1 oder MAN-Norm M 3230 Teil 1 verwendet werden ([www.normen.man-nutzfahrzeuge.de](http://www.normen.man-nutzfahrzeuge.de), Registrierung erforderlich). Diese Rohre sind - der Norm entsprechend - alle 350 mm mit einer Nummer gekennzeichnet, die mit „M 3230“ oder „ISO7628“ beginnt.
- Vom Luftpresser zum Lufttrockner bzw. Druckregler sind Edelstahlrohre vorgeschrieben.
- Leitungen bei Schweißarbeiten durch Ausbauen schützen, Schweißarbeiten siehe auch Abschnitt ‚Schweißen am Rahmen‘.
- Wegen der möglichen Wärmeentwicklung dürfen PA-Rohre nicht an Metallrohren oder -haltern befestigt werden, die mit folgenden Aggregaten verbunden sind:
  - Motor
  - Luftpresser
  - Heizung
  - Kühler
  - Hydraulik.

## 8.2.2 Steckverbinder, des Systems Voss 232

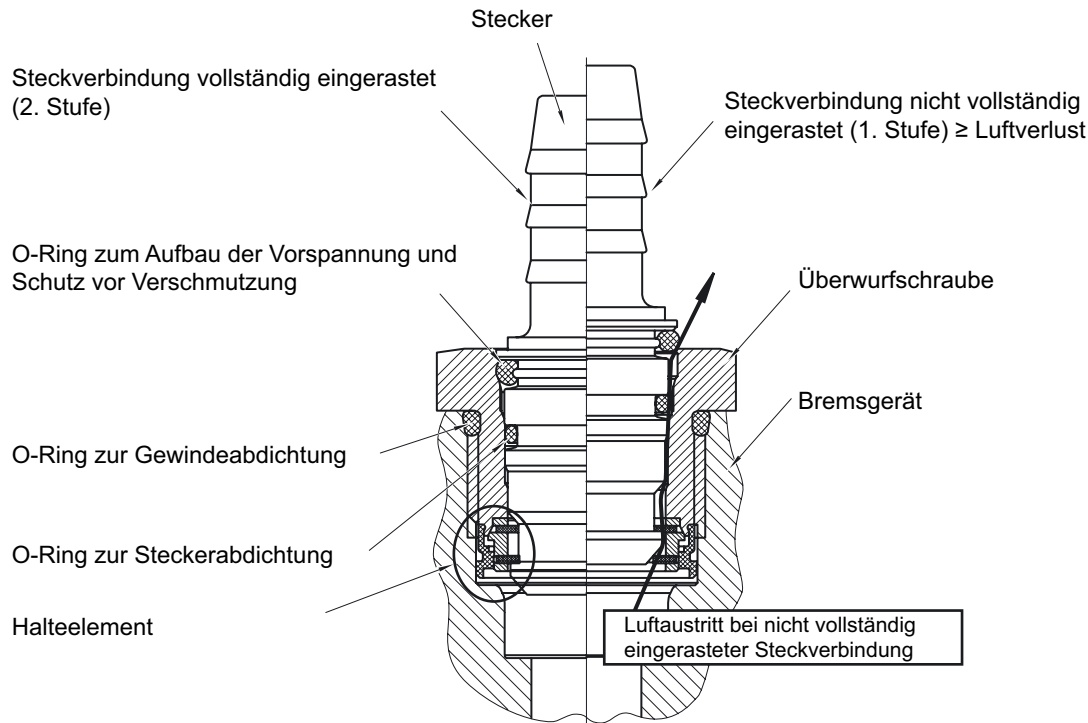
Bei Brems-/Luftleitungen sind nur Steckverbinder der Systeme Voss 232 (MAN-Norm: M 3298) und Voss 230 (für kleine Rohre NG6 und Sondervbinder wie Doppeldorn; MAN-Norm: M 3061) zulässig.

Die genannte Norm gibt ausführliche Verarbeitungshinweise und ist für die Montage von pneumatischen Leitungen und Aggregaten verbindlich anzuwenden. Bezugsmöglichkeit der genannten MAN-Normen besteht für Aufbauhersteller über [www.normen.man-nutzfahrzeuge.de](http://www.normen.man-nutzfahrzeuge.de) (Registrierung erforderlich).

Das System 232 hat zwei Raststufen. Wenn der Stecker nur in der ersten Stufe eingerastet ist, ist die Verbindung beim System 232 gewollt undicht, eine unkorrekte Steckerrastung ist sofort an der Geräuschentwicklung erkennbar.

- Das System muss beim Herausdrehen der Überwurfschraube drucklos sein.
- Nach dem Lösen der Verbindung Stecker/Überwurfschraube muss die Überwurfschraube erneuert werden, da das Halteelement beim Lösen der Verbindung zerstört wird.
- Deshalb ist zum Lösen der Verbindung einer Leitung an einem Aggregat die Überwurfschraube herauszudrehen. Das Kunststoffrohr bildet mit Stecker, Überwurfschraube und Halteelement eine wieder verwendbare Einheit. Nur der O-Ring zur Gewindeabdichtung (siehe Bild 139) muss gegen einen neuen ausgetauscht werden (der O-Ring ist zu fetten, die Überwurfschraube zu säubern).
- Die oben beschriebene Einheit der Steckverbindung ist handfest in das Aggregat einzuschrauben und anschließend mit  $12 \pm 2$  Nm in Metall und Kunststoff festzuziehen (MAN-Norm: M 3021, [www.normen.man-nutzfahrzeuge.de](http://www.normen.man-nutzfahrzeuge.de) (Registrierung erforderlich)).

**Bild 139:** Voss System 232, Funktionsprinzip ESC-174

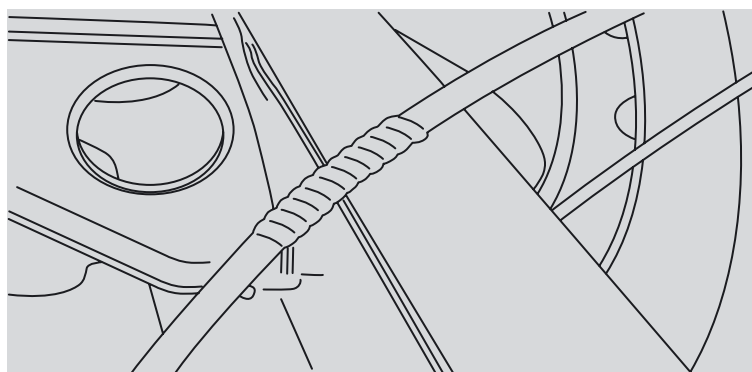


## 8.2.3 Verlegung und Befestigung von Leitungen

Grundsätze der Leitungsverlegung:

- Eine lose Verlegung von Leitungen ist nicht zulässig, vorgesehene Befestigungsmöglichkeiten und/oder Rohre sind zu verwenden.
- Kunststoffrohre beim Verlegen nicht erwärmen, auch dann nicht wenn Rohre in Bögen verlegt werden müssen.
- Bei der Rohrbefestigung ist darauf zu achten, dass ein Verdrehen der PA-Rohre ausgeschlossen ist.
- Am Bogenanfang und -ende je eine Rohrschelle oder bei Rohrbündeln je einen Kabelbinder anbringen.
- Kabelbaumwellrohre werden im Rahmen auf Kunststoffkonsolen und im Motorbereich auf vorbereiteten Kabeltrassen mit Rasterbändern aufgebunden oder mittels Clip-Technik befestigt.
- Niemals mehrere Leitungen an einer Schelle befestigen.
- Es dürfen nur PA-Rohre (PA = Polyamid) nach DIN 74324 Teil 1 oder MAN-Norm M 3230 Teil 1 (Erweiterung der DIN 74324 Teil 1) verwendet werden ([www.normen.man-nutzfahrzeuge.de](http://www.normen.man-nutzfahrzeuge.de), Registrierung erforderlich).
- Eine Veränderung der Leitungsquerschnitte ist nicht gestattet.
- Auf die verlegte Länge bei PA-Rohren 1% Längenzugabe geben (entspricht 10 mm je Meter Kabellänge), weil Kunststoffrohre sich bei Kälte zusammenziehen und eine Gebrauchsfähigkeit bis -40°C gegeben sein muss.
- Ein Erwärmen von Rohren bei der Verlegung ist unzulässig.
- Zum Kürzen von Kunststoffrohren muss eine Kunststoffrohr-Abschneidezange verwendet werden, da ein Absägen zu unzulässiger Gratbildung an der Schnittfläche und Spanbildung im Rohr führt.
- PA-Rohre dürfen an Rahmenkanten bzw. in Rahmendurchbrüchen anliegen. Eine minimale Abflachung am PA-Rohr (max. 0,3 mm tief) an den Berührungsstellen kann toleriert werden. Kerbartige Anscheuerungen sind jedoch nicht zulässig.
- Die Berührung von PA-Leitungen untereinander ist erlaubt. Es entsteht an der Berührungsstelle eine minimale gegenseitige Abflachung.
- PA-Leitungen dürfen parallel (nicht über Kreuz) mit Rasterband gebündelt werden. PA- und Wellrohre sind sortenrein zu bündeln. Die Einschränkung der Beweglichkeit durch den Aussteifungseffekt ist zu beachten.
- Das Abdecken von Rahmenkanten mit einem aufgeschnittenen Wellrohr ist schädlich, das PA-Rohr wird an der Berührungsstelle mit dem Wellrohr angegriffen.
- Punktförmige Auflagen an Rahmenschnittkanten können mit einer sog. „Schutzspirale“ geschützt werden (siehe Bild 140). Die Schutzspirale muss das zu schützende Rohr stramm und in seinen Windungen geschlossen fassen. (Ausnahme: PA-Leitungen  $\varnothing \leq 6$  mm).

**Bild 140:** Schutzspirale auf PA-Rohr ESC-151



- Berührung von PA-Leitungen/PA-Wellrohren mit Aluminiumlegierungen z.B. Alu-Tank, Kraftstofffiltergehäuse) ist nicht erlaubt, da Aluminiumlegierungen mechanisch abgetragen werden (Brandgefahr).
- Kreuzende, pulsierende Leitungen (z.B. Kraftstoff) dürfen am Kreuzungspunkt nicht mit einem Rasterband zusammen gebunden werden (Scheuergefahr).
- An Einspritzleitungen und kraftstoffführenden Stahlleitungen für Flammstartanlage dürfen keine Leitungen festgerastet werden (Scheuergefahr, Brandgefahr).
- Mitgeführte Zentralschmierungs- und ABS-Sensorkabel dürfen an Luftschläuchen nur mit Distanzgummi angerastert werden.
- An Kühlmittel- und Hydraulikschläuchen (z.B. Lenkung) darf nichts angerastert werden (Scheuergefahr).
- Anlasserkabel dürfen auf keinen Fall mit kraftstoff- oder ölführenden Leitungen gebündelt werden, da Scheuerfreiheit bei der Pluspol-Leitung oberstes Gebot ist!
- Wärmeeinwirkungen: Hitzestau in gekapselten Bereichen beachten. Ein Anliegen der Leitungen an Wärmeabschirmblechen ist nicht zulässig (Mindestabstand zu Wärmeabschirmblechen  $\geq 100$  mm, zum Auspuff  $\geq 200$  mm)
- Metallleitungen sind vorverfestigt und dürfen weder gebogen noch so montiert werden, dass sie sich im Betrieb verbiegen können.

Falls Aggregate/Bauteile zu einander beweglich gelagert sind, dann müssen beim Übertritt der Leitungen folgende Grundsätze beachtet werden:

- Die Leitung muss der Bewegung des Aggregates problemlos folgen können, dafür ist auf ausreichende Spielräume zu bewegten Teilen zu achten (Ein- und Ausfederung, Lenkeinschlag, Fahrerhauskippen). Eine Dehnung von Leitungen ist nicht zulässig.
- Der jeweilige Anfangs- und Endpunkt der Bewegung ist als feste Spannstelle exakt zu definieren. Das PA- oder Well-Rohr wird in der Spannstelle stramm mit einem möglichst breiten Rasterband oder einer an den Durchmesser des Rohres angepassten Schelle gefasst.
- Werden PA- und Well-Rohr am gleichen Übergang verlegt, so wird zuerst das steifere PA-Rohr versorgt. Das weichere Well-Rohr wird auf das PA-Rohr aufgerastert.
- Eine Leitung verträgt Bewegungen quer zur Verlegungsrichtung, wobei auf einen ausreichenden Abstand zwischen den Spannstellen zu achten ist. (Faustformel: Abstand der Spannstellen  $\geq 5 \times$  der zu überbrückenden Bewegungsamplitude)
- Große Bewegungsamplituden überbrückt man am besten mit einer U-förmigen Verlegung und einem Bewegungsablauf längs der U-Schenkel:

#### Faustformel für die minimale Länge der Bewegungsschleife:

$$\text{minimale Länge der Bewegungsschleife} = 1/2 \cdot \text{Bewegungsamplitude} \cdot \text{Mindestradius} \cdot \pi$$

- Folgende Mindestradien sind bei PA-Rohren zu beachten (der jeweilige Anfangs- und Endpunkt der Bewegungsstrecke ist als feste Spannstelle exakt zu definieren):

**Tabelle 36:** Mindestradien bei PA-Rohren

| Nenn - Ø [ mm ]      | 4  | 6  | 9  | 12 | 14 | 16 |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|
| Radius $\geq$ [ mm ] | 20 | 30 | 40 | 60 | 80 | 95 |

- Zur Befestigung der Leitungen Schellen aus Kunststoff verwenden, maximalen Schellenabstand nach Tabelle 37 beachten.

**Tabelle 37:** Maximaler Schellenabstand in Abhängigkeit der Rohrgröße

| Rohrgröße            | 4x1 | 6x1 | 8x1 | 9x1,5 | 11x1,5 | 12x1,5 | 14x2 | 14x2,5 | 16x2 |
|----------------------|-----|-----|-----|-------|--------|--------|------|--------|------|
| Schellenabstand [mm] | 500 | 500 | 600 | 600   | 700    | 700    | 800  | 800    | 800  |

## 8.2.4 Druckluftverlust

Druckluftanlagen können keinen 100%-igen Wirkungsgrad bieten, dazu gehört auch, dass leichte Leckagen oft, trotz gewissenhafter Auslegung, unvermeidlich sind. Die Frage ist, welcher Druckluftverlust unvermeidlich ist und welcher zu hoch ist. Vereinfacht ist jeder Druckluftverlust zu vermeiden, der innerhalb einer Frist von 12 Stunden nach Abstellen eines Fahrzeugs dazu führt, dass nicht sofort nach dem Anlassen des Motors gefahren werden kann. Davon abgeleitet gibt es zwei alternative Methoden um festzustellen, ob ein Luftverlust unvermeidlich ist oder nicht:

- Innerhalb von 12 Stunden nach Befüllung bis zum Abschaltdruck darf in keinem Kreis ein Druck  $< 6$  bar sein. Die Prüfung ist mit nicht belüfteten Federspeichern, also mit eingelegter Feststellbremse durchzuführen.
- Innerhalb von 10 Minuten nach Befüllung bis zum Abschaltdruck darf der Druck im zu prüfenden Kreis um höchstens 2% gefallen sein.

Ist der Luftverlust größer als oben beschrieben, dann ist eine unzumutbare Leckage vorhanden, die abgestellt werden muss.

## 8.3 Anschluss von Nebenverbrauchern

Alle Leitungen im Druckluftsystem sind bei TGS/TGX mit den Voss Systemen 232 und 230 (für kleine Rohre NG6 und Sonderverbinder z.B. Doppeldorn) ausgeführt. Nur das jeweilige Originalsystem ist bei Arbeiten am Fahrgestell zulässig. Ein Anschluss von aufbauseitigen Druckluftverbrauchern an das Druckluftsystem darf ausschließlich im Kreis für Nebenverbraucher erfolgen. Für jeden zusätzlichen Verbraucher mit einem pneumatischen Anschluss  $> NG6$  (6 x 1 mm) ist ein eigenes Überströmventil nötig.

Verboten ist der Anschluss von Nebenverbrauchern:

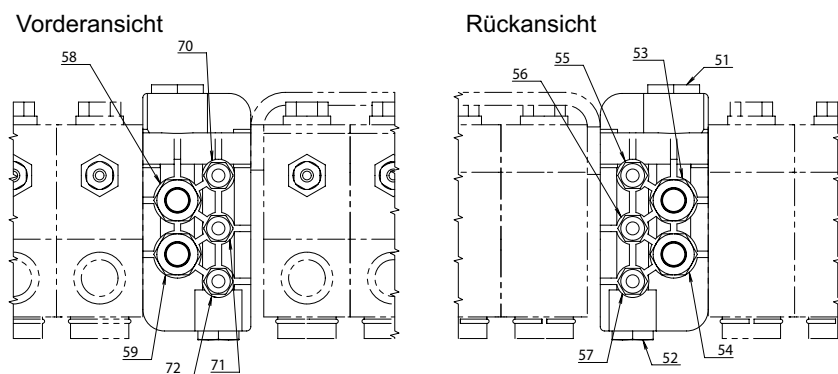
- in den Kreisen für Betriebs- und Feststellbremse sowie Anhängersteuerung
- an den Prüfanschlüssen (auf einer Verteilerplatte auf der linken Fahrzeugseite leicht zugänglich montiert)
- direkt am Vierkreisschutzventil.

MAN schließt eigene Luftverbraucher über eine Verteilerleiste am Magnetventilblock an, dieser ist am Querträger im Rahmenknick, in wenigen Ausnahmefällen seitlich am Knotenblech des Querträgers oder in Fahrtrichtung links im Rahmenlängsträger (Fahrzeuge mit Radformel 8x6, 8x8), montiert.

Für Aufbauhersteller bestehen zwei Anschlussmöglichkeiten:

Die Anschlüsse der Verteilerleiste sind ausstattungsabhängig mit Leitungen belegt. Bereits im Auslieferungszustand können die Anschlüsse 52, 53, 54, 58 und 59 für Fahrzeugfunktionen belegt sein. Somit kann nicht gewährleistet werden, dass in jedem Fahrzeug an einem dieser Anschlüsse zusätzliche Nebenverbraucher mit VOSS System 232 NG8 angeschlossen werden können. In solchen Fällen muss das vom Aufbauhersteller separat zu montierende Überströmventil mit Voss Stecker L-SN12-KN12-KN12 (MAN-Teilenummer 81.98183-6101) angeschlossen werden. Dazu ist die Versorgungsleitung von der Verteilerleiste von zu trennen.

**Bild 141:** Anschluss am Verteiler für Nebenverbraucher ESC-180a



Die andere Möglichkeit ist ein Anschluss an ein für aufbauseitige Nebenverbraucher ab Werk bestellbares Überström- und Rückschlagventil, Überströmdruck  $7,3^{+0}_{-0,3}$  bar (MAN Nr. 81.52110.6049).

## 8.4 Nachrüstung von MAN fremden Dauerbremsen

Der Einbau von MAN nicht dokumentierten Dauerbremsen (Retarder, Wirbelstrombremsen) ist grundsätzlich nicht möglich. Die Nachrüstung von MAN-fremden Dauerbremsen ist unzulässig, weil die hierzu erforderlichen Eingriffe in die elektronisch gesteuerte Bremse (EBS) und das fahrzeugeigene Brems- und Triebstrangmanagement unzulässig sind.

## 9. Berechnungen

### 9.1 Geschwindigkeit

Zur Ermittlung der Fahrgeschwindigkeit aufgrund der Motordrehzahl, Reifengröße und Gesamtübersetzung gilt allgemein:

**Formel 18:** Geschwindigkeit

$$v = \frac{0,06 \cdot n_{\text{Mot}} \cdot U}{i_G \cdot i_v \cdot i_A}$$

Es bedeuten:

|                  |   |                                      |
|------------------|---|--------------------------------------|
| $v$              | = | Fahrgeschwindigkeit in [km/h]        |
| $n_{\text{Mot}}$ | = | Motordrehzahl in [1/min]             |
| $U$              | = | Abrollumfang des Reifens in [m]      |
| $i_G$            | = | Getriebeübersetzung                  |
| $i_v$            | = | Verteilergetriebeübersetzung         |
| $i_A$            | = | Achsübersetzung der Antriebsachse(n) |

Für die Ermittlung der theoretischen Höchstgeschwindigkeit (oder auch bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit) wird mit 4% Motordrehzahlüberhöhung gerechnet. Die Formel lautet somit:

**Formel 19:** Theoretische Höchstgeschwindigkeit

$$v = \frac{0,0624 \cdot n_{\text{Mot}} \cdot U}{i_G \cdot i_v \cdot i_A}$$

**Achtung:** Diese Berechnung dient ausschließlich der Ermittlung der theoretische Endgeschwindigkeit die aufgrund der Drehzahl- und Übersetzungsverhältnisse einstellt - die Formel berücksichtigt nicht, dass die tatsächliche Höchstgeschwindigkeit darunter liegt, wenn die Fahrwiderstände den Antriebskräften entgegenwirken. Eine Abschätzung der tatsächlich erreichbaren Geschwindigkeiten, anhand einer Fahrleistungsberechnung bei der sich Luft-, Roll- und Steigungswiderstand einerseits und Vortriebskraft andererseits aufwiegen, ist im Abschnitt 9.8 'Fahrwiderstände' nachzulesen. Bei Fahrzeugen mit Geschwindigkeitsbegrenzern regelt die Richtlinie 92/24/EWG, dass die bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit von 90km/h nicht überschritten werden kann.

Beispielrechnung:

|                                                       |                           |
|-------------------------------------------------------|---------------------------|
| Fahrzeug:                                             | Typ 56S TGS 33.430 6x6 BB |
| Bereifungsgröße:                                      | 315/80 R 22,5             |
| Abrollumfang:                                         | 3,280m                    |
| Getriebe:                                             | ZF 16S 2522 TO            |
| Getriebeübersetzung im langsamsten Gang:              | 13,80                     |
| Getriebeübersetzung im schnellsten Gang:              | 0,84                      |
| minimale Motordrehzahl bei maximalem Motordrehmoment: | 1.000/min                 |
| maximale Motordrehzahl:                               | 1.900/min                 |
| Verteilergetriebeübersetzung G 172 im Straßengang:    | 1,007                     |
| Verteilergetriebeübersetzung G 172 im Geländegang:    | 1,652                     |
| Achsübersetzung:                                      | 4,00                      |

Gewünscht wird:

1. Die Minimalgeschwindigkeit im Geländegang bei maximalem Drehmoment
2. Die theoretische Höchstgeschwindigkeit ohne Geschwindigkeitsbegrenzer

Lösung 1:

$$v = \frac{0,06 \cdot 1000 \cdot 3,280}{13,8 \cdot 1,652 \cdot 4,00}$$

$$v = 2,16 \text{ km/h}$$

Lösung 2:

$$v = \frac{0,0624 \cdot 1900 \cdot 3,280}{0,84 \cdot 1,007 \cdot 4,00}$$

$$v = 115 \text{ km/h}$$

115 km/h sind theoretisch möglich, werden jedoch durch den Geschwindigkeitsbegrenzer auf 90 km/h festgesetzt (Einstellung aufgrund der zu berücksichtigenden Toleranzen auf 89 km/h).

## 9.2 Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad ist das Verhältnis der abgegebenen Leistung zur zugeführten Leistung.

Dabei ist die abgegebene Leistung immer kleiner als die zugeführte Leistung, deshalb ist der Wirkungsgrad  $\eta$  immer  $< 1$  bzw.  $< 100\%$ .

**Formel 20:** Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$$

Bei mehreren Aggregaten, die hintereinander geschaltet sind, multiplizieren sich die Einzelwirkungsgrade.

Beispielrechnung Einzelwirkungsgrad:

Wirkungsgrad einer Hydraulikpumpe  $\eta = 0,7$ . Benötigte, also abgeführte Leistung  $P_{ab} = 20 \text{ kW}$ .

Wie groß ist die zugeführte Leistung  $P_{zu}$ ?

Lösung:

$$P_{zu} = \frac{P_{ab}}{\eta}$$

$$P_{zu} = \frac{20}{0,7}$$

$$P_{zu} = 28,6 \text{ kW}$$

Beispielrechnung für mehrere Wirkungsgrade:

Wirkungsgrad einer Hydraulikpumpe  $\eta_1 = 0,7$ . Diese Pumpe treibt über ein Gelenkwellensystem mit zwei Gelenken einen Hydraulikmotor an.

Einzelwirkungsgrade:

|                       |          |   |      |
|-----------------------|----------|---|------|
| Hydraulikpumpe:       | $\eta_1$ | = | 0,7  |
| Gelenkwelle Gelenk a: | $\eta_2$ | = | 0,95 |
| Gelenkwelle Gelenk b: | $\eta_3$ | = | 0,95 |
| Hydraulikmotor:       | $\eta_4$ | = | 0,8  |

Benötigte, also abgeführte Leistung  $P_{ab} = 20 \text{ kW}$

Wie groß ist die zugeführte Leistung  $P_{zu}$ ?

Lösung:

Gesamtwirkungsgrad:

$$\begin{aligned}\eta_{ges} &= \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \\ \eta_{ges} &= 0,7 \cdot 0,95 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \\ \eta_{ges} &= 0,51\end{aligned}$$

Zugeführte Leistung:

$$\begin{aligned}P_{zu} &= \frac{20}{0,51} \\ P_{zu} &= 39,2 \text{ kW}\end{aligned}$$

### 9.3 Zugkraft

Die Zugkraft ist abhängig von:

- Motordrehmoment
- Gesamtübersetzung (einschließlich der Räder)
- Wirkungsgrad der Kraftübertragung.

**Formel 21:** Zugkraft

$$F_z = \frac{2 \cdot \pi \cdot M_{Mot} \cdot \eta \cdot i_G \cdot i_V \cdot i_A}{U}$$

|           |   |                                                                     |
|-----------|---|---------------------------------------------------------------------|
| $F_z$     | = | Zugkraft in [N]                                                     |
| $M_{Mot}$ | = | Motordrehmoment in [Nm]                                             |
| $\eta$    | = | Gesamtwirkungsgrad im Antriebsstrang, Anhaltswerte siehe Tabelle 39 |
| $i_G$     | = | Getriebeübersetzung                                                 |
| $i_V$     | = | Verteilergetriebeübersetzung                                        |
| $i_A$     | = | Achsübersetzung der Antriebsachse(n)                                |
| $U$       | = | Abrollumfang des Reifens in [m]                                     |

Beispiel für Zugkraft siehe 9.4.3 Berechnung der Steigfähigkeit.

## 9.4 Steigfähigkeit

### 9.4.1 Weg bei Steigung oder Gefälle

Die Steigfähigkeit eines Fahrzeugs wird in % angegeben. So bedeutet z. B. die Angabe 25%, dass auf einer waagrechten Länge  $l = 100$  m eine Höhe  $h = 25$  m überwunden wird. Dies gilt entsprechend angewandt auch für Gefälle. Die tatsächlich gefahrene Wegstrecke  $c$  errechnet sich dann mit:

**Formel 22:** Wegstrecke bei Steigung oder Gefälle

$$c = \sqrt{l^2 + h^2} = l \cdot \sqrt{1 + \left[ \frac{p}{100} \right]^2}$$

|     |   |                                                       |
|-----|---|-------------------------------------------------------|
| $c$ | = | Wegstrecke in [m]                                     |
| $l$ | = | waagrechte Länge einer Steigung/eines Gefälles in [m] |
| $h$ | = | senkrechte Höhe einer Steigung/eines Gefälles in [m]  |
| $p$ | = | Steigung/Gefälle in [%]                               |

Beispielrechnung:

Steigungsangabe  $p = 25\%$ . Wie groß ist die gefahrene Wegstrecke auf einer Länge von 200 m?

$$c = \sqrt{l^2 + h^2} = 200 \cdot \sqrt{1 + \left[ \frac{25}{100} \right]^2}$$

$$c = 206 \text{ m}$$

### 9.4.2 Steigungs- oder Gefällewinkel

Der Steigungs- oder Gefällewinkel  $\alpha$  errechnet sich mit:

**Formel 23:** Steigungs- oder Gefällewinkel

$$\tan \alpha = \frac{p}{100}, \alpha = \arctan \frac{p}{100}, \sin \alpha = \frac{h}{c}, \alpha = \arcsin \frac{h}{c}$$

|          |   |                                                      |
|----------|---|------------------------------------------------------|
| $\alpha$ | = | Steigungswinkel in [°]                               |
| $p$      | = | Steigung/Gefälle in [%]                              |
| $h$      | = | senkrechte Höhe einer Steigung/eines Gefälles in [m] |
| $c$      | = | Wegstrecke in [m]                                    |

Beispielrechnung:

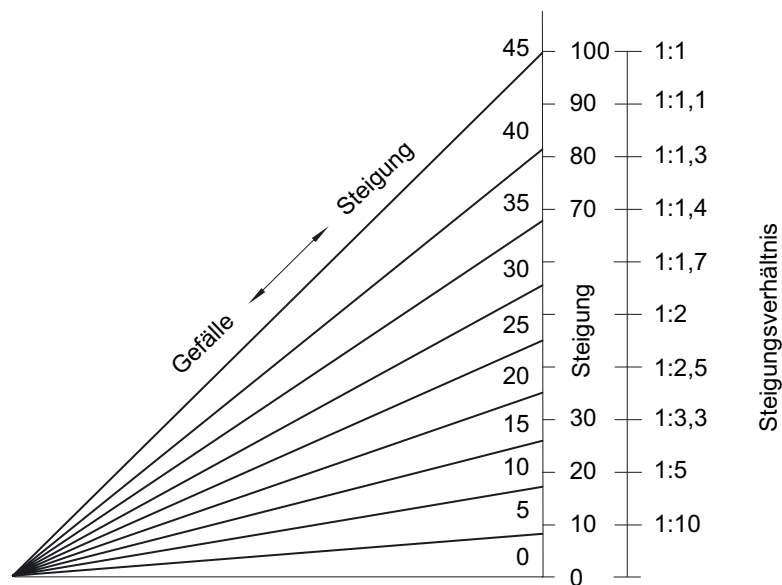
Steigung 25%. Wie groß ist der Steigungswinkel?

$$\tan \alpha = \frac{p}{100} = \frac{25}{100}$$

$$\alpha = \arctan 0,25$$

$$\alpha = 14^\circ$$

**Bild 142:** Steigungsverhältnis, Steigung, Steigungswinkel ESC-171



### 9.4.3 Berechnung der Steigfähigkeit

Die Steigfähigkeit ist abhängig von:

- Zugkraft (siehe Formel 21)
- Zuggesamtmasse einschließlich Gesamtmasse des Anhängers oder Aufliegers
- Rollwiderstand
- Kraftschluss (Reibung).

Für die Steigfähigkeit gilt:

**Formel 24:** Steigfähigkeit

$$p = 100 \cdot \left[ \frac{F_z}{9,81 \cdot G_z} - f_R \right]$$

Es bedeuten:

|                  |   |                                                       |
|------------------|---|-------------------------------------------------------|
| p                | = | Steigfähigkeit [%]                                    |
| M <sub>Mot</sub> | = | Motordrehmoment [Nm]                                  |
| F <sub>z</sub>   | = | Zugkraft in [N] Berechnung nach Formel 21             |
| G <sub>z</sub>   | = | Zuggesamtmasse in [kg]                                |
| f <sub>R</sub>   | = | Rollwiderstandsbeiwert siehe Tabelle 38               |
| i <sub>G</sub>   | = | Getriebeübersetzung                                   |
| i <sub>A</sub>   | = | Antriebsachsübersetzung                               |
| i <sub>V</sub>   | = | Verteilergetriebeübersetzung                          |
| U                | = | Abrollumfang des Reifens [m]                          |
| η                | = | Gesamtwirkungsgrad im Antriebsstrang siehe Tabelle 39 |

Formel 24 ermittelt die Steigfähigkeit die das zu berechnende Fahrzeug aufgrund seiner Eigenschaften

- Motordrehmoment
- Übersetzung von Getriebe, Verteilergetriebe, Achsantrieb und Bereifung
- Zuggesamtmasse hat.

Dabei wird ausschließlich die Fähigkeit des Fahrzeugs betrachtet aufgrund seiner Eigenschaften eine bestimmte Steigung zu bewältigen. Nicht berücksichtigt wird der tatsächlich vorhandene Kraftschluss zwischen Rädern und Fahrbahn, der bei schlechter (z. B. nasser) Fahrbahn dem Vortrieb weit unter der hier berechneten Steigfähigkeit ein Ende setzen kann. Die Ermittlung der tatsächlichen Verhältnisse aufgrund des vorhandenen Kraftschlusses wird mit Formel 25 diskutiert.

**Tabelle 38:** Rollwiderstandsbeiwerte

| Fahrbahn             | Beiwert $f_R$ |
|----------------------|---------------|
| gute Asphaltstrasse  | 0,007         |
| nasse Asphaltstrasse | 0,015         |
| gute Betonstrasse    | 0,008         |
| rauhe Betonstrasse   | 0,011         |
| Steinpflaster        | 0,017         |
| schlechte Strasse    | 0,032         |
| Erdweg               | 0,15...0,94   |
| loser Sand           | 0,15...0,30   |

**Tabelle 39:** Gesamtwirkungsgrad im Antriebsstrang

| Anzahl der angetriebenen Achsen | $\eta$ |
|---------------------------------|--------|
| eine angetriebene Achse         | 0,95   |
| zwei angetriebene Achse         | 0,9    |
| drei angetriebene Achse         | 0,85   |
| vier angetriebene Achse         | 0,8    |

Beispielrechnung:

|                                              |                              |
|----------------------------------------------|------------------------------|
| Fahrzeug:                                    | Typ 56S TGS 33.430 6x6 BB    |
| maximales Motordrehmoment:                   | $M_{Mot} = 2.100 \text{ Nm}$ |
| Wirkungsgrad bei drei angetriebene Achsen:   | $\eta_{ges} = 0,85$          |
| Getriebeübersetzung im langsamsten Gang:     | $i_G = 13,80$                |
| Verteilergetriebeübersetzung im Straßengang: | $i_V = 1,007$                |
| im Geländegang:                              | $i_V = 1,652$                |
| Antriebsachsübersetzung:                     | $i_A = 4,00$                 |
| Bereifung 315/80 R 22.5 mit Abrollumfang:    | $U = 3,280 \text{ m}$        |
| Zuggesamtmasse:                              | $G_Z = 100.000 \text{ kg}$   |
| Rollwiderstandsbeiwert:                      |                              |
| - glatte Asphaltstraße                       | $f_R = 0,007$                |
| - schlechte, aufgefahrene Straße             | $f_R = 0,032$                |

Gesucht:

Maximale Steigfähigkeit  $p_f$  im Straßen- und Geländegang.

Lösung:

1. maximale Zugkraft (Definition siehe Formel 21) im Straßengang:

$$F_z = \frac{2\pi \cdot M_{\text{Mot}} \cdot \eta \cdot i_G \cdot i_V \cdot i_A}{U}$$
$$F_z = \frac{2\pi \cdot 2100 \cdot 0,85 \cdot 13,8 \cdot 1,007 \cdot 4,00}{3,280}$$
$$F_z = 190070\text{N} = 190,07 \text{ kN}$$

2. maximale Zugkraft (Definition siehe Formel 21) im Geländegang:

$$F_z = \frac{2\pi \cdot M_{\text{Mot}} \cdot \eta \cdot i_G \cdot i_V \cdot i_A}{U}$$
$$F_z = \frac{2\pi \cdot 2100 \cdot 0,85 \cdot 13,8 \cdot 1,007 \cdot 4,00}{3,280}$$
$$F_z = 311812\text{N} = 311,8 \text{ kN}$$

3. maximale Steigfähigkeit im Straßengang auf guter Asphaltstraße:

$$p = 100 \cdot \left[ \frac{F_z}{9,81 \cdot G_z} - f_R \right]$$
$$p = 100 \cdot \left[ \frac{190070}{9,81 \cdot 100000} - 0,007 \right]$$
$$p = 18,68\%$$

4. maximale Steigfähigkeit im Straßengang auf schlechter, aufgefahrener Straße:

$$p = 100 \cdot \left[ \frac{190070}{9,81 \cdot 100000} - 0,032 \right]$$
$$p = 16,18\%$$

5. maximale Steigfähigkeit im Geländegang auf guter Asphaltstraße:

$$p = 100 \cdot \left[ \frac{311812}{9,81 \cdot 100000} - 0,007 \right]$$

$$p = 31,09\%$$

6. maximale Steigfähigkeit im Geländegang auf schlechter, aufgefahrener Straße:

$$p = 100 \cdot \left[ \frac{311812}{9,81 \cdot 100000} - 0,032 \right]$$

$$p = 28,58\%$$

Anmerkung:

Die genannten Beispiele berücksichtigen nicht, ob die notwendige Zugkraft zur Bewältigung der Steigung aufgrund des Kraftschlusses zwischen Fahrbahn und Antriebsräder (Reibung) übertragen werden kann. Hier gilt nachfolgende Formel:

**Formel 25:** Steigfähigkeit aufgrund Kraftschluss Fahrbahn-Reifen

$$p_R = 100 \cdot \left[ \frac{\mu \cdot G_{an}}{G_z} - f_R \right]$$

Es bedeuten:

|          |   |                                                                       |
|----------|---|-----------------------------------------------------------------------|
| $p_R$    | = | Steigfähigkeit aufgrund Reibung in [%]                                |
| $\mu$    | = | Kraftschlussbeiwert Reifen/Fahrbahn, bei nasser Asphaltfahrbahn ~ 0,5 |
| $f_R$    | = | Rollwiderstandsbeiwert, bei nasser Asphaltfahrbahn ~ 0,015            |
| $G_{an}$ | = | Summe der Achslasten der Antriebsachsen im Sinne von Massen in [kg]   |
| $G_z$    | = | Zuggesamtmasse in [kg]                                                |

Beispielrechnung:

|                                                  |                              |
|--------------------------------------------------|------------------------------|
| obiges Fahrzeug:                                 | Typ 56S TGS 33.430 6x6 BB    |
| Kraftschlussbeiwert nasse Asphaltstraße:         | $\mu = 0,5$                  |
| Rollwiderstandsbeiwert nasse Asphaltstraße:      | $f_R = 0,015$                |
| Zuggesamtmasse:                                  | $G_z = 100.000 \text{ kg}$   |
| Summe der Achslasten aller angetriebenen Achsen: | $G_{an} = 26.000 \text{ kg}$ |

$$p_R = 100 \cdot \left[ \frac{0,5 \cdot 26000}{100000} - 0,015 \right]$$

$$p_R = 11,5\%$$

## 9.5 Drehmoment

Wenn Kraft und Wirkabstand bekannt sind:

**Formel 26:** Drehmoment mit Kraft und Wirkabstand

$$M = F \cdot l$$

Wenn Leistung und Drehzahl bekannt sind:

**Formel 27:** Drehmoment mit Leistung und Drehzahl

$$M = \frac{9550 \cdot P}{n \cdot \eta}$$

Wenn in der Hydraulik Fördermenge (Volumenstrom), Druck und Drehzahl bekannt sind:

**Formel 28:** Drehmoment mit Fördermenge, Druck und Drehzahl

$$M = \frac{15,9 \cdot Q \cdot p}{n \cdot \eta}$$

Es bedeuten:

|        |   |                                            |
|--------|---|--------------------------------------------|
| M      | = | Drehmoment in [Nm]                         |
| F      | = | Kraft in [N]                               |
| l      | = | Wirkabstand der Kraft vom Drehpunkt in [m] |
| P      | = | Leistung in [kW]                           |
| n      | = | Drehzahl in [1/min]                        |
| $\eta$ | = | Wirkungsgrad                               |
| Q      | = | Volumenstrom in [l/min]                    |
| p      | = | Druck in [bar]                             |

Beispielrechnung, wenn Kraft und Wirkabstand bekannt sind:

Eine Seilwinde mit  $F = 50.000 \text{ N}$  Zugkraft hat einen Trommeldurchmesser von  $d = 0,3 \text{ m}$ .  
Welches Drehmoment ist ohne Berücksichtigung des Wirkungsgrades vorhanden?

Lösung:

$$M = F \cdot l = F \cdot 0,5d \text{ (der Trommelradius ist der Hebelarm)}$$

$$M = 50000 \text{ N} \cdot 0,5 \cdot 0,3 \text{ m}$$

$$M = 7500 \text{ Nm}$$

Beispiel, wenn Leistung und Drehzahl bekannt sind:

Ein Nebenabtrieb soll eine Leistung von  $P = 100 \text{ kW}$  bei  $n = 1500/\text{min}$  übertragen.  
Welches Drehmoment muss der Nebenabtrieb ohne Berücksichtigung des Wirkungsgrades übertragen können?

Lösung:

$$M = \frac{9550 \cdot 100}{1500}$$

$$M = 637 \text{ Nm}$$

Beispiel, wenn bei einer Hydraulikpumpe Fördermenge (Volumenstrom), Druck und Drehzahl bekannt sind:

Eine Hydraulikpumpe fördert einen Volumenstrom von  $Q = 80 \text{ l/min}$  bei einem Druck von  $p = 170 \text{ bar}$  und einer Pumpendrehzahl von  $n = 1000/\text{min}$ . Welches Drehmoment ist ohne Berücksichtigung des Wirkungsgrades erforderlich?

Lösung:

$$M = \frac{15,9 \cdot 80 \cdot 170}{1000}$$

$$M = 216 \text{ Nm}$$

Soll der Wirkungsgrad berücksichtigt werden, müssen die errechneten Drehmomente jeweils durch den Gesamtwirkungsgrad dividiert werden (siehe auch Abschnitt 9.2 Wirkungsgrad).

## 9.6 Leistung

Bei Hubbewegung:

**Formel 29:** Leistung bei Hubbewegung

$$M = \frac{9,81 \cdot m \cdot v}{1000 \cdot \eta}$$

Bei Bewegung in der Ebene:

**Formel 30:** Leistung bei Bewegung in der Ebene

$$P = \frac{F \cdot v}{1000 \cdot \eta}$$

Bei Umdrehungsbewegung:

**Formel 31:** Leistung bei Umdrehungsbewegung

$$P = \frac{M \cdot n}{9550 \cdot \eta}$$

In der Hydraulik:

**Formel 32:** Leistung in der Hydraulik

$$P = \frac{Q \cdot p}{600 \cdot \eta}$$

Es bedeuten:

|        |   |                                       |
|--------|---|---------------------------------------|
| P      | = | Leistung in [kW]                      |
| m      | = | Masse in [kg]                         |
| v      | = | Geschwindigkeit in [m/s]              |
| $\eta$ | = | Wirkungsgrad                          |
| F      | = | Kraft in [N]                          |
| M      | = | Drehmoment in [Nm]                    |
| n      | = | Drehzahl in [1/min]                   |
| Q      | = | Fördermenge (Volumenstrom) in [l/min] |
| p      | = | Druck in [bar]                        |

1. Beispiel - Hubbewegung:

|                                              |   |   |          |
|----------------------------------------------|---|---|----------|
| Ladebordwand-Nutzlast inklusive Eigengewicht | m | = | 2.600 kg |
| Hubgeschwindigkeit                           | v | = | 0,2 m/s  |

Wie groß ist die Leistung, wenn der Wirkungsgrad nicht berücksichtigt wird?

Lösung:

$$P = \frac{9,81 \cdot 2600 \cdot 0,2}{1000}$$

$$P = 5,1 \text{ kW}$$

2. Beispiel - Bewegung in der Ebene:

|                     |   |   |           |
|---------------------|---|---|-----------|
| Seilwinde           | F | = | 100.000 N |
| Seilgeschwindigkeit | v | = | 0,15 m/s  |

Wie groß ist der Leistungsbedarf, wenn der Wirkungsgrad nicht berücksichtigt wird?

$$P = \frac{100000 \cdot 0,15}{1000}$$

$$P = 15 \text{ kW}$$

3. Beispiel - Drehbewegung:

|                       |   |   |           |
|-----------------------|---|---|-----------|
| Nebenabtriebsdrehzahl | n | = | 1.800/min |
| Zulässiges Drehmoment | M | = | 600 Nm    |

Welche Leistung ist möglich, wenn der Wirkungsgrad nicht berücksichtigt wird?

Lösung:

$$P = \frac{600 \cdot 1800}{9550}$$

$$P = 113 \text{ kW}$$

4. Beispiel - Hydraulik:

Volumenstrom der Pumpe  $Q = 60 \text{ l/min}$   
 Druck  $p = 170 \text{ bar}$

Wie groß ist die Leistung, wenn der Wirkungsgrad nicht berücksichtigt wird?

Lösung:

$$P = \frac{60 \cdot 170}{600}$$

$$P = 17 \text{ kW}$$

## 9.7 Nebenabtriebsdrehzahlen am Verteilergetriebe

Läuft der Nebenabtrieb am Verteilergetriebe im wegabhängigen Einsatz, wird seine Drehzahl  $n_N$  in Umdrehungen je Meter zurückgelegten Weg angegeben. Sie errechnet sich zu:

**Formel 33:** Drehzahl je Meter, Nebenabtrieb am Verteilergetriebe

$$n_N = \frac{i_A \cdot i_V}{U}$$

Die Wegstrecke  $s$  in zurückgelegte Meter je Umdrehung des Nebenabtriebs (Reziprokwert von  $n_N$ ) errechnet sich mit:

**Formel 34:** Weg je Umdrehung, Nebenabtrieb am Verteilergetriebe

$$s = \frac{U}{i_A \cdot i_V}$$

Es bedeuten:

$n_N$  = Nebenabtriebsdrehzahl in [1/m]  
 $i_A$  = Antriebsachsübersetzung  
 $i_V$  = Verteilergetriebeübersetzung  
 $U$  = Reifenumfang in [m]  
 $s$  = gefahrene Wegstrecke in [m]

Beispiel:

Fahrzeug:  
 Bereifung 315/80 R 22.5 mit Abrollumfang:  
 Antriebsachsübersetzung:  
 Verteilergetriebe G 172 Übersetzung im Straßengang:  
 Übersetzung im Geländegang:

Typ 80S TGS 18.480 4x4 BL  
 $U = 3,280 \text{ m}$   
 $i_A = 5,33$   
 $i_V = 1,007$   
 $i_V = 1,652$

Nebenabtriebsdrehzahl im Straßengang:

$$n_N = \frac{5,33 \cdot 1,007}{3,280}$$

$$n_N = 1,636 /m$$

Dem entspricht ein Weg von:

$$s = \frac{3,280}{5,33 \cdot 1,007}$$

$$s = 0,611 \text{ m}$$

Nebenabtriebsdrehzahl im Geländegang:

$$n_N = \frac{5,33 \cdot 1,652}{3,280}$$

$$n_N = 2,684 /m$$

Dem entspricht ein Weg von:

$$s = \frac{3,280}{5,33 \cdot 1,652}$$

$$s = 0,372 \text{ m}$$

## 9.8 Fahrwiderstände

Die wichtigsten Fahrwiderstände sind:

- Rollwiderstand
- Steigungswiderstand
- Luftwiderstand.

Ein Fahrzeug kann nur dann fahren, wenn die Summe aller Widerstände überwunden wird. Widerstände sind Kräfte, die sich mit der Antriebskraft die Waage halten (gleichförmige Bewegung) oder kleiner sind als die Antriebskraft (beschleunigte Bewegung).

**Formel 35:** Rollwiderstandskraft

$$F_R = 9,81 \cdot f_R \cdot G_z \cdot \cos\alpha$$

**Formel 36:** Steigungswiderstandskraft

$$F_S = 9,81 \cdot G_z \cdot \sin\alpha$$

Steigungswinkel (= Formel 23 siehe Abschnitt 9.4.2 Steigungs- oder Gefällewinkel)

$$\tan \alpha = \frac{p}{100}, \quad \alpha = \arctan \frac{p}{100}$$

**Formel 37:** Luftwiderstandskraft

$$F_L = 0,6 \cdot c_w \cdot A \cdot v^2$$

Es bedeuten:

|          |   |                                          |
|----------|---|------------------------------------------|
| $F_R$    | = | Rollwiderstandskraft in [N]              |
| $f_R$    | = | Rollwiderstandsbeiwert, siehe Tabelle 34 |
| $G_Z$    | = | Zuggesamtmasse in [kg]                   |
| $\alpha$ | = | Steigungswinkel in [°]                   |
| $F_S$    | = | Steigungswiderstandskraft in [N]         |
| $p$      | = | Steigung in [%]                          |
| $F_L$    | = | Luftwiderstandskraft in [N]              |
| $c_w$    | = | Luftwiderstandsbeiwert                   |
| $A$      | = | Fahrzeugstirnfläche in [m²]              |
| $v$      | = | Geschwindigkeit in [m/s]                 |

Beispiel:

|                                                |       |   |           |
|------------------------------------------------|-------|---|-----------|
| Sattelkraftfahrzeug:                           | $G_Z$ | = | 40.000 kg |
| Geschwindigkeit:                               | $v$   | = | 80 km/h   |
| Steigung:                                      | $p_f$ | = | 3%        |
| Fahrzeug-Stirnfläche:                          | $A$   | = | 7 m²      |
| Rollwiderstandsbeiwert für gute Asphaltstraße: | $f_R$ | = | 0,007     |

Es soll der Unterschied festgestellt werden:

- mit Spoiler,  $c_{w1} = 0,6$
- ohne Spoiler,  $c_{w2} = 1,0$

Lösung:

Nebenrechnung 1:

Umrechnung der Fahrgeschwindigkeit von km/h in m/s:

$$v = \frac{80}{3,6} = 22,22 \text{ m/s}$$

Nebenrechnung 2:

Umrechnung der Steigfähigkeit von % in Grad:

$$\alpha = \arctan \frac{3}{100} = \arctan 0,03$$

$$\alpha = 1,72^\circ$$

1. Berechnung des Rollwiderstandes:

$$F_R = 9,81 \cdot 0,007 \cdot 40000 \cdot \cos 1,72^\circ$$

$$F_R = 2746 \text{ N}$$

2. Berechnung des Steigungswiderstandes:

$$F_S = 9,81 \cdot 40000 \cdot \sin 1,72^\circ$$

$$F_S = 11778 \text{ N}$$

3. Berechnung des Luftwiderstandes  $F_{L1}$  mit Spoiler:

$$F_{L1} = 0,6 \cdot 0,6 \cdot 7 \cdot 22,22^2$$

$$F_{L1} = 1244 \text{ N}$$

4. Berechnung des Luftwiderstandes  $F_{L2}$  ohne Spoiler:

$$F_{L2} = 0,6 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 22,22^2$$

$$F_{L2} = 2074 \text{ N}$$

5. Gesamtwiderstand  $F_{ges1}$  mit Spoiler:

$$F_{ges1} = F_R + F_S + F_{L1}$$

$$F_{ges1} = 2746 + 11778 + 1244$$

$$F_{ges1} = 15768 \text{ N}$$

6. Gesamtwiderstand  $F_{ges2}$  ohne Spoiler:

$$F_{ges2} = F_R + F_S + F_{L2}$$

$$F_{ges2} = 2746 + 11778 + 2074$$

$$F_{ges2} = 16598 \text{ N}$$

7. Leistungsbedarf  $P_1$  mit Spoiler ohne Wirkungsgrad:

(Leistung nach Formel 30: Leistung bei Bewegung in der Ebene)

$$P_1' = \frac{F_{ges1} \cdot v}{1000}$$

$$P_1' = \frac{15768 \cdot 22,22}{1000}$$

$$P_1' = 350 \text{ kW (476 PS)}$$

8. Leistungsbedarf  $P_2$  ohne Spoiler ohne Wirkungsgrad:

$$P_2' = \frac{F_{\text{ges2}} \cdot v}{1000}$$

$$P_2' = \frac{16598 \cdot 22,22}{1000}$$

$$P_2' = 369 \text{ kW (502 PS)}$$

9. Leistungsbedarf  $P_1$  mit Spoiler mit Gesamtwirkungsgrad im Antriebsstrang  $\eta = 0,95$ :

$$P_1 = \frac{P_1'}{\eta} = \frac{350}{0,95}$$

$$P_1 = 368 \text{ kW (501 PS)}$$

10. Leistungsbedarf  $P_2$  ohne Spoiler mit Gesamtwirkungsgrad im Antriebsstrang  $\eta = 0,95$ :

$$P_2 = \frac{P_2'}{\eta} = \frac{369}{0,95}$$

$$P_2 = 388 \text{ kW (528 PS)}$$

## 9.9 Spurkreis

Bei der Kreisfahrt eines Fahrzeugs beschreibt jedes Rad einen Spurkreis. Von Interesse ist hauptsächlich der äußere Spurkreis, bzw. dessen Halbmesser. Die Berechnung ist nicht genau, weil beim Kurvenlauf eines Fahrzeugs die auf den Mitten aller Räder errichteten Senkrechten sich nicht im Kurvenmittelpunkt schneiden (=Ackermann-Bedingung). Außerdem treten während der Fahrt dynamische Kräfte auf, die die Kurvenfahrt beeinflussen. Trotzdem sind folgende Formeln für Abschätzungen brauchbar:

**Formel 38:** Abstand der Spreizachsen

$$j = s - 2r_o$$

**Formel 39:** Sollwert des äußeren Lenkeinschlagwinkels

$$\cot \beta_{ao} = \cot \beta_i + \frac{j}{l_{kt}}$$

**Formel 40:** Lenkabweichung

$$\beta_F = \beta_a - \beta_{ao}$$

**Formel 41:** Spurkreishalbmesser

$$r_s = \frac{l_{kt}}{\sin \beta_{ao}} + r_o - 50 \cdot \beta_F$$



### 3. Lenkabweichung

$$\beta_F = \beta_a - \beta_{ao} = 32,75^\circ - 36,14^\circ = -3,39^\circ$$

### 4. Spurkreishalbmesser

$$r_s = \frac{3900}{\sin 36,14^\circ} + 49 - 50 \cdot (-3,39^\circ)$$

$$r_s = 6831 \text{ mm}$$

## 9.10 Achslastberechnung

### 9.10.1 Durchführen einer Achslastberechnung

Für die Fahrzeugoptimierung und richtige Aufbauauslegung ist die Erstellung einer Achslastberechnung unerlässlich. Die Abstimmung des Aufbaus mit dem Lkw ist nur dann möglich, wenn vor Beginn aller Aufbauarbeiten das Fahrzeug verwogen wird. Die durch Wiegen ermittelten Gewichte sind in die Achslastberechnung aufzunehmen.

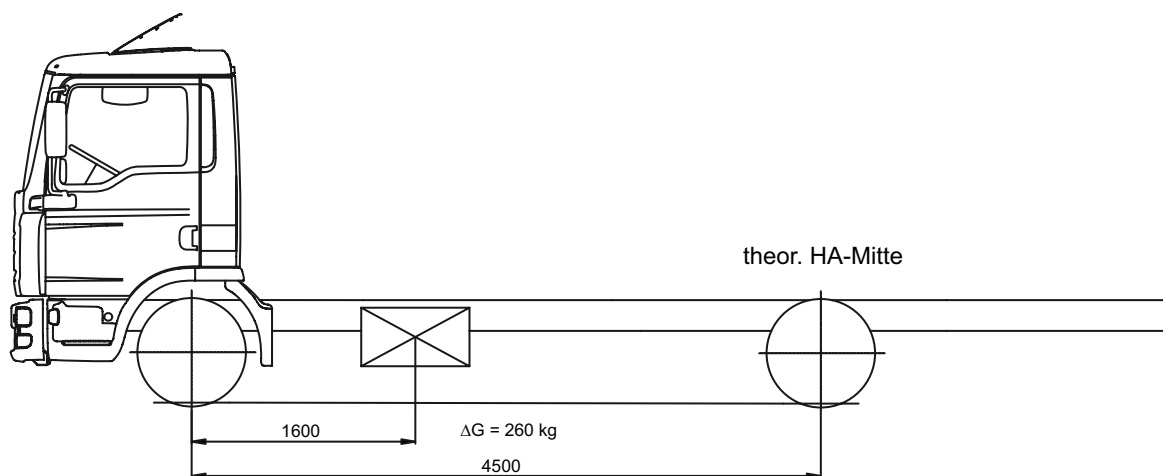
Im Folgenden wird eine Achslastberechnung erklärt. Zur Verteilung der Aggregatgewichte auf Vorder- und Hinterachse dient der Momentensatz. Alle Abstandsmaße sind auf die theoretische Vorderachsmittle zu beziehen. Gewicht wird in den nachfolgenden Formeln aus Gründen der Verständlichkeit nicht im Sinn von Gewichtskraft in [N] sondern im Sinn von Massen in [kg] verwendet.

Beispiel:

Anstelle eines 140-l-Tanks erfolgt die Montage eines 400-l-Tanks, gesucht ist die Gewichtsverteilung auf Vorder- und Hinterachse.

|                                            |            |   |                              |
|--------------------------------------------|------------|---|------------------------------|
| Differenzgewicht:                          | $\Delta G$ | = | $400 - 140 = 260 \text{ kg}$ |
| Abstand von theoretischer Vorderachsmittle |            | = | $1.600 \text{ mm}$           |
| theoretischer Radstand                     | $l_t$      | = | $4.500 \text{ mm}$           |

**Bild 144:** Achslastberechnung: Tankanordnung ESC-550



Lösung:

**Formel 42:** Differenzgewicht Hinterachse:

$$\begin{aligned}\Delta G_H &= \frac{\Delta G \cdot a}{l_t} \\ &= \frac{260 \cdot 1600}{4500} \\ \Delta G_H &= 92 \text{ kg}\end{aligned}$$

**Formel 43:** Differenzgewicht Vorderachse:

$$\begin{aligned}\Delta G_V &= \Delta G - \Delta G_H \\ &= 260 - 92 \\ \Delta G_V &= 168 \text{ kg}\end{aligned}$$

Das Auf- oder Abrunden auf volle kg genügt in der Praxis vollkommen. Auf das mathematisch korrekte Vorzeichen ist zu achten. Daher gilt folgende Vereinbarung:

- Maße:
  - alle Abstandsmaße die VOR der theoretischen Vorderachsmittle liegen erhalten ein MINUS-Vorzeichen (-)
  - alle Abstandsmaße die HINTER der theoretischen Vorderachsmittle liegen erhalten ein PLUS-Vorzeichen (+)
- Gewichte
  - alle Gewichte die das Fahrzeug BELASTEN erhalten ein PLUS-Vorzeichen (+)
  - alle Gewichte von Aggregaten die das Fahrzeug ENTLASTEN erhalten ein MINUS-Vorzeichen (-).

Beispiel - Schneepflugplatte:

|                                 |            |   |           |
|---------------------------------|------------|---|-----------|
| Gewicht:                        | $\Delta G$ | = | 120 kg    |
| Abstand von Mitte erster Achse: | $a$        | = | -1.600 mm |
| theoretischer Radstand:         | $l_t$      | = | 4.500 mm  |

Gesucht ist die Gewichtsverteilung auf Vorder- und Hinterachse.

Hinterachse:

$$\begin{aligned}\Delta G_H &= \frac{\Delta G \cdot a}{l_t} = \frac{120 \cdot (-1600)}{4500} \\ \Delta G_H &= -43 \text{ kg, die Hinterachse wird entlastet.}\end{aligned}$$

Vorderachse:

$$\begin{aligned}\Delta G_V &= \Delta G - \Delta G_H = 120 - (-43) \\ \Delta G_V &= 163 \text{ kg, die Vorderachse wird belastet.}\end{aligned}$$

In folgender Tabelle ist als Beispiel eine vollständig durchgeführte Achslastberechnung dargestellt. Im Beispiel werden in einer Achslastberechnung zwei Varianten gegenüber gestellt (Variante 1 mit eingeklapptem Ladekranarm, Variante 2 mit gestrecktem Ladekranarm, siehe Tabelle 40)

**Tabelle 40:** Beispiel Achslastberechnung

| ACHSLASTBERECHNUNG                                 |     |               |                                              |              |           |            |                        |     |        |
|----------------------------------------------------|-----|---------------|----------------------------------------------|--------------|-----------|------------|------------------------|-----|--------|
| MAN - Truck & Bus AG, Postf. 500620, 80976 München |     |               |                                              |              |           |            |                        |     |        |
| Abt. :                                             | ESC | Fzg., MAN :   | TGL 8.210 4x2 BB                             |              |           | 2006-12-20 |                        |     |        |
| Sachb. :                                           |     | Radstand :    | 3600                                         | Ber. - Nr. : | N03-..... |            |                        |     |        |
| Kurzz. :                                           |     | R - tech. :   | 3600                                         | KSW - Nr.. : |           |            |                        |     |        |
| Tel. :                                             |     | Überh. :      | 1275 = Serie                                 | AE - Nr.. :  |           |            |                        |     |        |
|                                                    |     | Überh. :      | = Sonder                                     | Fg. - Nr. :  |           |            |                        |     |        |
|                                                    |     | Überh.tech. : | 1275                                         | File-N. :    |           |            |                        |     |        |
| VN :                                               |     | Fg.-Znr. :    | 81.99126.0186                                | ESC Nr. :    |           |            |                        |     |        |
| Kunde :                                            |     | Aufbau :      | 3.800mm 3-Seiten-Kipper und Ladekran h. Fhs. |              |           |            |                        |     |        |
| Ort :                                              |     |               | Krangesamtmoment 67kNm                       |              |           |            |                        |     |        |
| Benennung                                          |     | Abst.v.t.     | Gewichtsverteilung auf                       |              |           | Abst.v.t.  | Gewichtsverteilung auf |     |        |
|                                                    |     | VA-Mitte      | VA                                           | HA           | Gesamt    | VA-Mitte   | VA                     | HA  | Gesamt |
| Fahrgestell mit Fahrer, Werkzeug u. Reserverad     |     |               | 2.610                                        | 875          | 3.485     |            | 2.610                  | 875 | 3.485  |
| Anhängerkupplung                                   |     | 4.875         | -12                                          | 47           | 35        | 4.875      | -12                    | 47  | 35     |
| Auspuffrohr hochgezogen, links                     |     | 480           | 30                                           | 5            | 35        | 480        | 30                     | 5   | 35     |
| Komfortsitz f. Fahrer                              |     | -300          | 16                                           | -1           | 15        | -300       | 16                     | -1  | 15     |
| Kraftstofftank Stahl, 150 ltr. (Serie 100 ltr.)    |     | 2.200         | 27                                           | 43           | 70        | 2.200      | 27                     | 43  | 70     |
| KuKoKu m. Anbau                                    |     | 4.925         | -4                                           | 14           | 10        | 4.925      | -4                     | 14  | 10     |
| Kunststoffkotflügel HA                             |     | 3.600         | 0                                            | 25           | 26        | 3.600      | 0                      | 25  | 25     |
| Luftkessel Anhängerbetrieb (Kipper)                |     | 2.905         | 4                                            | 16           | 20        | 2.905      | 4                      | 16  | 20     |
| Nebenabtrieb u. Pumpe                              |     | 1.500         | 11                                           | 4            | 15        | 1.500      | 11                     | 4   | 15     |
| Reifen HA 225/75 R 17,5                            |     | 3.600         | 0                                            | 10           | 10        | 3.600      | 0                      | 10  | 10     |
| Reifen VA 225/75 R 17,5                            |     | 0             | 5                                            | 0            | 5         | 0          | 5                      | 0   | 5      |
| Schlußquertr. f. AHK                               |     | 4.875         | -11                                          | 41           | 30        | 4.875      | -11                    | 41  | 30     |
| Sitzbank                                           |     | -300          | 22                                           | -2           | 20        | -300       | 22                     | -2  | 20     |
| Stabilisator HA                                    |     | 3.900         | -3                                           | 33           | 30        | 3.900      | -3                     | 33  | 30     |
| Sonstiges                                          |     | 1.280         | 29                                           | 16           | 45        | 1.280      | 29                     | 16  | 45     |
| Öltank                                             |     | 1.559         | 60                                           | 45           | 105       | 1.559      | 60                     | 45  | 105    |
| Ladekran, Arm eingeklappt **                       |     | 1.020         | 631                                          | 249          | 880       | 0          | 0                      | 0   | 0      |
| Verstärkung im Kranbereich                         |     | 1.100         | 31                                           | 14           | 45        | 1.100      | 31                     | 14  | 45     |
| Hilfsrahmen u. Kippbrücke                          |     | 3.250         | 90                                           | 840          | 930       | 3.250      | 90                     | 840 | 930    |
|                                                    |     |               |                                              |              |           |            |                        |     |        |
| Ladekran, Arm gestreckt ***                        |     |               |                                              |              |           | 0          | 0                      | 0   | 0      |
|                                                    |     |               |                                              |              |           | 1.770      | 447                    | 433 | 880    |
|                                                    |     |               |                                              |              |           | 0          | 0                      | 0   | 0      |
|                                                    |     |               |                                              |              |           | 0          | 0                      | 0   | 0      |

|                                                                 |        |        |       |        |       |       |        |        |
|-----------------------------------------------------------------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Fahrgestell - Leergewicht                                       |        | 3.540  | 2.275 | 5.815  |       | 3.357 | 2.458  | 5.815  |
| Zulässige Lasten                                                |        | 3.700  | 5.600 | 7.490  |       | 3.700 | 5.600  | 7.490  |
| Differenz Leergewicht zu zul. Lasten                            |        | 160    | 3.325 | 1.675  |       | 343   | 3.142  | 1.675  |
| Schwerp. für Nutz- VA ausgel. X1 =                              | 344    | 160    | 1.515 | 1.675  | 738   | 343   | 1.332  | 1.675  |
| Last u. Aufbau bez. HA ausgel. X2 =                             | -3.547 | -1.650 | 3.325 | 1.675  | -3153 | -1467 | 3.142  | 1.675  |
| auf techn. HA-Mitte ausgeführt X3 =                             | 250    | 116    | 1.559 | 1.675  | 250   | 116   | 1.559  | 1.675  |
| Achsüberlastung                                                 |        | -44    | -1766 |        |       | -227  | -1.583 |        |
| Nutzlastverlust durch Achsüberlastung                           |        |        |       | 0      |       |       |        | 0      |
| Bei gleichmäßiger Beladung verbleibt                            |        | 116    | 1559  | 1675   |       | 116   | 1.559  | 1.675  |
| Nutzlast                                                        | 0      | 0      | 0     | 0      | 0     | 0     | 0      | 0      |
| Fahrzeug beladen                                                |        | 3.656  | 3834  | 7490   |       | 3473  | 4.017  | 7.490  |
| Achs- bzw. Fahrzeugauslastung                                   |        | 98,8%  | 68,5% | 100,0% |       | 93,9% | 71,7%  | 100,0% |
| Achslastverteilung                                              |        | 48,8%  | 51,2% | 100,0% |       | 46,4% | 53,6%  | 100,0% |
| Fahrzeug leer                                                   |        | 3540   | 2275  | 5815   |       | 3357  | 2458   | 5815   |
| Achs- bzw. Fahrzeugauslastung                                   |        | 95,7%  | 40,6% | 77,6%  |       | 90,7% | 43,9%  | 77,6%  |
| Achslastverteilung                                              |        | 60,9%  | 39,1% | 100,0% |       | 57,7% | 42,3%  | 100,0% |
| Fahrzeugüberhang 47,2 %                                         |        |        |       |        |       |       |        |        |
| <b>*** Kranarmablage erfolgt nach hinten (VA-Entlastung !!)</b> |        |        |       |        |       |       |        |        |
| Fertigungstoleranzen beachten! Angaben ohne Gewähr.             |        |        |       |        |       |       |        |        |

## 9.10.2 Gewichtsberechnung Nachlaufachse angehoben

Die in MANTED® ([www.manted.de](http://www.manted.de)) und anderen technischen Unterlagen angegebenen Gewichte von Nachlaufachsfahrzeugen sind bei abgesenkter Nachlaufachse ermittelt worden. Die Verteilung der Achslasten auf Vorder- und Antriebsachse nach Anheben der Nachlaufachse ist durch Rechnen leicht zu ermitteln.

Gewicht auf der 2. Achse (Antriebsachse) bei angehobener 3. Achse (Nachlaufachse):

**Formel 44:** Gewicht auf 2. Achse, 3. Achse angehoben

$$G_{2an} = \frac{G_{23} \cdot l_t}{l_{12}}$$

Es bedeuten:

|           |   |                                                              |
|-----------|---|--------------------------------------------------------------|
| $G_{2an}$ | = | Leergewicht an der 2. Achse bei angehobener 3. Achse in [kg] |
| $G_{23}$  | = | Leergewicht der 2. und 3. Achse in [kg]                      |
| $l_{12}$  | = | Radstand 1. zu 2. Achse in [mm]                              |
| $l_t$     | = | theoretischer Radstand in [mm]                               |

Gewicht auf der Vorderachse bei angehobener 3. Achse (Nachlaufachse):

**Formel 45:** Gewicht auf 1. Achse, 3. Achse angehoben

$$G_{1an} = G - G_{2an}$$

Es bedeuten:

$$\begin{aligned} G_{1an} &= \text{Leergewicht an der 1. Achse bei angehobener Nachlaufachse in [kg]} \\ G &= \text{Leergewicht des Fahrzeugs in [kg]} \end{aligned}$$

Beispiel:

|                 |                             |
|-----------------|-----------------------------|
| Fahrzeug:       | Typ 21X TGS 26.400 6x2-2 LL |
| Radstand:       | 4.800 + 1.350               |
| Rahmenüberhang: | 2.600                       |
| Fahrerhaus:     | XXL                         |

Leergewicht bei abgesenkter Nachlaufachse:

$$\text{Vorderachse} \quad G_{1ab} = 5.100 \text{ kg}$$

$$\text{Antriebs- mit Nachlaufachse} \quad G_{23} = 3.505 \text{ kg}$$

$$\text{Leergewicht} \quad G = 8.605 \text{ kg}$$

Zulässige Achslasten: 7.500 kg / 11.500 kg / 7.500 kg

Lösung:

1. Ermittlung des theoretischen Radstandes (siehe Kapitel „Allgemeines“):

$$\begin{aligned} l_t &= l_{12} + \frac{G_3 \cdot l_{23}}{G_2 + G_3} \\ l_t &= 4.800 + \frac{7.500 \cdot 1.350}{11.500 + 7.500} \\ l_t &= 5.333 \text{ mm} \end{aligned}$$

2. Ermittlung des Leergewichtes der 2. Achse (= Antriebsachse) bei angehobener 3. Achse (= Nachlaufachse):

$$\begin{aligned} G_{2an} &= \frac{G_{23} \cdot l_t}{l_{12}} = \frac{3.505 \cdot 5.333}{4.800} \\ G_{2an} &= 3.894,2 \text{ kg} \end{aligned}$$

3. Ermittlung des Leergewichtes der 1. Achse (= Vorderachse) bei angehobener 3. Achse (= Nachlaufachse):

$$\begin{aligned} G_{1an} &= G - G_{2an} \\ G_{1an} &= 8.605 - 3.894,2 \\ G_{1an} &= 4.710,8 \text{ kg} \end{aligned}$$

## 9.11 Auflagerlänge bei Aufbau ohne Hilfsrahmen

Die Berechnung der erforderlichen Auflagerlänge berücksichtigt im folgenden Beispiel nicht alle Einflüsse. Sie zeigt jedoch eine Möglichkeit auf und gibt gute Anhaltswerte für die Praxis.

Die Länge eines Auflagers wird berechnet mit:

**Formel 46:** Formel Auflagerlänge ohne Hilfsrahmen

$$l = \frac{0,175 \cdot F \cdot E (r_R + r_A)}{\sigma_{0,2} \cdot r_R \cdot r_A}$$

Bestehen Rahmen und Auflager aus unterschiedlichen Werkstoffen, dann ist:

**Formel 47:** E-Modul bei verschiedenen Werkstoffen

$$E = \frac{2E_R \cdot E_A}{E_R + E_A}$$

Es bedeuten:

|                |   |                                                                      |
|----------------|---|----------------------------------------------------------------------|
| $l$            | = | Auflagerlänge je Auflager in [mm]                                    |
| $F$            | = | Kraft je Auflager in [N]                                             |
| $E$            | = | Elastizitätsmodul in [N/mm <sup>2</sup> ]                            |
| $r_R$          | = | Außenradius Rahmenlängsträgerprofil in [mm]                          |
| $r_A$          | = | Außenradius Auflagerprofil in [mm]                                   |
| $\sigma_{0,2}$ | = | Streckgrenze des minderwertigeren Werkstoffs in [N/mm <sup>2</sup> ] |
| $E_R$          | = | Elastizitätsmodul Rahmenlängsträgerprofil in [N/mm <sup>2</sup> ]    |
| $E_A$          | = | Elastizitätsmodul Auflagerprofil in [N/mm <sup>2</sup> ]             |

Beispiel:

Fahrgestell für Wechselaufbau Typ 21X TGX 26.400 6x2-2 LL, Radstand 4.500 + 1.350, Großraumfahrerhaus, zul. Gesamtgewicht 26.000 kg, Fahrgestell-Leergewicht 8.915 kg.

Lösung:

|                                               |                                                                                    |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Für Nutzlast und Aufbau bleiben ca.           | 26.000 kg – 8.915 kg = 17.085 kg                                                   |
| Je Auflager bei 6 Lagerstellen am Fahrgestell | 17.085: 6 = 2.847 kg                                                               |
| Kraft                                         | $F = 2.847 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 = 27.933 \text{ N}$ |
| Außenradius Rahmenprofil                      | $r_R = 18 \text{ mm}$                                                              |
| Außenradius Auflagerprofil                    | $r_A = 16 \text{ mm}$                                                              |
| Elastizitätsmodul für Stahl                   | $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$                                                       |
| Streckgrenze für beide Werkstoffe             | $\sigma_{0,2} = 420 \text{ N/mm}^2$                                                |

Eingesetzt in Formel 46 kann die minimale Länge je Auflager überschlägig bestimmt werden:

$$l = \frac{0,175 \cdot 27.933 \cdot 210.000 \cdot (18+16)}{430^2 \cdot 18 \cdot 16}$$

$$l = 655 \text{ mm}$$

## 9.12 Verbindungseinrichtungen

### 9.12.1 Anhängerkupplung

Die erforderliche Größe der Anhängerkupplung wird durch den D-Wert bestimmt.

Die D-Wert-Formel lautet:

**Formel 48:** D-Wert

$$D = \frac{9,81 \cdot T \cdot R}{T + R}$$

D = D-Wert in [kN]  
T = zulässiges Gesamtgewicht des ziehenden Fahrzeugs in [t]  
R = zulässiges Gesamtgewicht des Anhängers in [t]

Beispiel:

Fahrzeug 06X TGX 18.440 4x2 BL

Zulässiges Gesamtgewicht 18.000 kg = T = 18 t

Anhängelast 26.000 kg = R = 26 t

D-Wert:

$$D = \frac{9,81 \cdot 18 \cdot 26}{18 + 26}$$

$$D = 104 \text{ kN}$$

Bei vorgegebenem zulässigen Gesamtgewicht des Anhängers R und D-Wert der Verbindungseinrichtung lässt sich das zulässige Gesamtgewicht des Zugfahrzeugs T nach folgender Formel ermitteln:

$$T = \frac{R \cdot D}{(9,81 \cdot R) - D}$$

Bei vorgegebenem zulässigen Gesamtgewicht des Zugfahrzeugs T und D-Wert der Verbindungseinrichtung lässt sich die maximal zulässige Anhängelast R nach folgender Formel ermitteln:

$$R = \frac{T \cdot D}{(9,81 \cdot T) - D}$$

### 9.12.2 Strarrdeichselanhänger/Zentralachsanhänger

Zusätzlich zur D-Wert-Formel gelten für Strarrdeichselanhänger/Zentralachsanhänger weitere Bedingungen: Anhängerkupplungen und Schlussquerträger haben verringerte Anhängelasten, da in diesem Fall zusätzlich die auf Anhängerkupplung und den Schlussquerträger wirkende Stützlast zu berücksichtigen ist.

Zur Angleichung der Rechtsvorschriften innerhalb der europäischen Union wurden mit der Richtlinie 94/20/EG deshalb die Begriffe  $D_c$ -Wert und V-Wert eingeführt:

Es gelten folgende Formeln:

**Formel 49:**  $D_c$ -Wert-Formel für Starrdeichsel- und Zentralachsanhänger

$$D_c = \frac{9,81 \cdot T \cdot C}{T + C}$$

**Formel 50:** V-Wert-Formel für Zentralachs- und Starrdeichselanhänger mit einer zulässigen Stützlast von  $\leq 10\%$  der Anhängermasse und nicht mehr als 1.000 kg

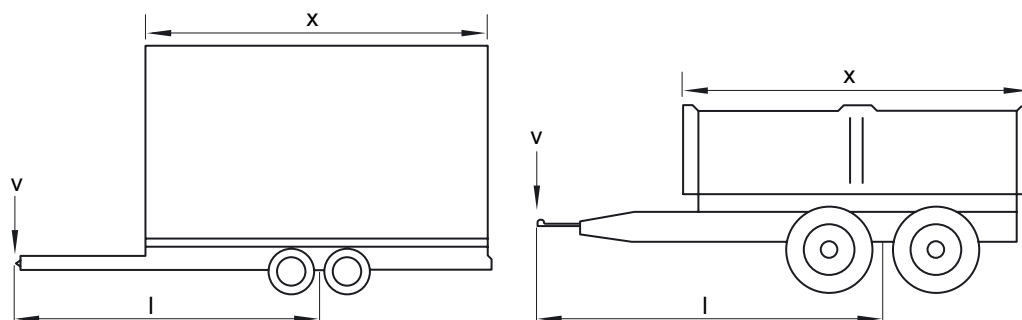
$$V = a \cdot \frac{x^2}{l^2} \cdot C$$

Bei rechnerisch ermittelten Werten  $x^2/l^2 < 1$  ist 1,0 einzusetzen

Es bedeuten:

|       |   |                                                                                                                                                                                                      |
|-------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $D_c$ | = | reduzierter D-Wert beim Betrieb mit Zentralachsanhänger in [kN]                                                                                                                                      |
| $T$   | = | zulässiges Gesamtgewicht des Zugfahrzeugs in [t]                                                                                                                                                     |
| $C$   | = | Summe der Achslasten des mit der zulässigen Masse beladenen Zentralachsanhängers in [t] ohne Stützlast $S$                                                                                           |
| $V$   | = | V-Wert in [kN]                                                                                                                                                                                       |
| $a$   | = | Vergleichsbeschleunigung im Kuppelpunkt in [ $m/s^2$ ]. Es sind zu verwenden: 1,8 $m/s^2$ bei Luftfederung oder vergleichbarer Federung am Zugfahrzeug bzw. 2,4 $m/s^2$ bei allen anderen Federungen |
| $x$   | = | Aufbaulänge Anhänger siehe Bild 145                                                                                                                                                                  |
| $l$   | = | theoretische Zugdeichsellänge siehe Bild 145                                                                                                                                                         |
| $S$   | = | Stützlast der Zugdeichsel am Kuppelpunkt in [kg]                                                                                                                                                     |

**Bild 145:** Aufbaulänge Anhänger und theoretische Zugdeichsellänge (siehe auch Kapitel 4.8 'Verbindungseinrichtungen') ESC-510



Beispiel:

|                                |                          |
|--------------------------------|--------------------------|
| Fahrzeug:                      | Typ N13 TGL 8.210 4x2 BL |
| Zulässiges Gesamtgewicht       | 7.490 kg = $T = 7,49$ t  |
| Anhänger:                      |                          |
| Summe der Achslasten Anhänger: | 11.000 kg = $C = 11$ t   |
| Stützlast:                     | $S = 700$ kg             |
| Aufbaulänge:                   | $x = 6,2$ m              |
| theoretische Zugdeichsellänge: | $l = 5,2$ m              |

Fragestellung: Können beide Fahrzeuge einen Zug bilden, wenn am Lkw der Schlussquerträger verstärkt mit der Anhängerkupplung Ringfeder 864 montiert ist?

Lösung:

$D_c$ -Wert:

$$D_c = \frac{9,81 \cdot T \cdot C}{T + C} = \frac{9,81 \cdot 7,49 \cdot 11}{7,49 + 11}$$

$$D_c = 43,7 \text{ kN}$$

$D_c$ -Wert Schlussquerträger: = 64 kN (siehe Kapitel 'Verbindungseinrichtungen\_TG', Tabelle 2)

$$\frac{x^2}{l^2} = \frac{6,2^2}{5,2^2} = 1,42$$

$$V = a \cdot \frac{x^2}{l^2} \cdot C = 1,8 \cdot 1,42 \cdot 11 \text{ (1,8 bei Luftfederung an der Hinterachse des Lkw)}$$

$$V = 28,12 \text{ kN}$$

V-Wert-Schlussquerträger = 35 kN (siehe Kapitel 4, 'Verbindungseinrichtungen\_TG', Tabelle 2)

Beide Fahrzeuge können einen Zug bilden, es ist aber die Einhaltung der Mindestvorderachslast von 30 % des jeweiligen Fahrzeuggewichts (einschließlich Stützlast) nach Allgemeine technische Grundlagen in der Aufbauanleitung TGL/TGM vorgeschrieben.

Ein unbelasteter Lkw darf nur einen unbelasteten Zentralachsanhänger ziehen.

### 9.12.3 Sattelkupplung

Die erforderliche Größe der Sattelkupplung wird durch den D-Wert bestimmt. Die D-Wert-Formel für Sattelkupplungen lautet:

**Formel 51:** D-Wert Sattelkupplung

$$D = \frac{0,6 \cdot 9,81 \cdot T \cdot R}{T + R - U}$$

Bei gegebenem D-Wert und gesuchtem zulässigen Gesamtgewicht des Aufliegers gilt:

**Formel 52:** Zulässiges Gesamtgewicht des Aufliegers

$$R = \frac{D \cdot (T - U)}{(0,6 \cdot 9,81 \cdot T) - D}$$

Liegt das zulässige Gesamtgewicht des Aufliegers und der D-Wert der Sattelkupplung fest, so lässt sich das zulässige Gesamtgewicht der Sattelzugmaschine mit folgender Formel errechnen:

**Formel 53:** Zulässiges Gesamtgewicht Sattelzugmaschine

$$T = \frac{D \cdot (R - U)}{(0,6 \cdot 9,81 \cdot R) - D}$$

Wenn die Sattellast gesucht ist, alle anderen Lasten aber bekannt sind, ergibt sich die Formel zu:

**Formel 54:** Formel Sattellast

$$U = T + R - \frac{0,6 \cdot 9,81 \cdot T \cdot R}{D}$$

Es bedeuten:

|   |   |                                                                                     |
|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------|
| D | = | D-Wert in [kN]                                                                      |
| R | = | zulässiges Gesamtgewicht des Sattelanhängers in [t] einschließlich der Sattellast   |
| T | = | zulässiges Gesamtgewicht der Sattelzugmaschine in [t] einschließlich der Sattellast |
| U | = | Sattellast in [t]                                                                   |

Beispiel:

|                                                 |                         |
|-------------------------------------------------|-------------------------|
| Sattelzugmaschine:                              | 10X TGX 18.400 4x2 LL   |
| Sattellast laut Anhängertypschild:              | U = 10.750 kg = 10,75 t |
| zulässiges Gesamtgewicht der Sattelzugmaschine: | 18.000 kg = T = 18 t    |
| zulässiges Gesamtgewicht des Sattelanhängers:   | 32.000 kg = R = 32 t    |

D-Wert:

$$D = \frac{0,6 \cdot 9,81 \cdot 18 \cdot 32}{18 + 32 - 10,75}$$

$$D = 86,38 \text{ kN}$$